

JUMPING DOWNSHIFT CONTROL DEVICE OF AUTOMATIC TRANSMISSION

Patent number: JP11201271
Publication date: 1999-07-27
Inventor: HOSHIYA KAZUMI; OBA HIDEHIRO; ENDOU HIROATSU
Applicant: TOYOTA MOTOR CORP
Classification:
- international: F16H61/04; F16H61/16
- european:
Application number: JP19980005157 19980113
Priority number(s):

Also published

US600

US 6,009,768

Abstract of JP11201271

PROBLEM TO BE SOLVED: To carry out a jumping downshift with little shift shock and in a short shift time, in a twin clutch type of automatic transmission.

SOLUTION: After a clutch C2 is released, an instruction to change over a synchronous mechanism is output at the time t_3 . The hydraulic pressure of a clutch C1 is raised to make the increasing speed of a turbine rotation speed NT to a specific value $d/dt(NT1)$ or a specific value $d/dt(NT2)$ at the stage when the turbine rotation speed NT reaches to a synchronous rotation speed at the middle stage. While the hydraulic pressure of the clutch C1 is controlled so that the turbine rotation speed NT maintains the value $NT2 + \Delta NT4$, after that, the hydraulic pressure of the clutch C2 is raised gradually by waiting the completion of the change over of the synchronous mechanism, and at the same time, the hydraulic pressure of the clutch C1 is reduced gradually. In such a way, the power-on jumping downshift is carried out.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-201271

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月27日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

F 1 6 H 61/04

F 1 6 H 61/04

61/16

61/16

Z

// F 1 6 H 59:42

59:68

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 43 頁)

(21) 出願番号

特願平10-5157

(22) 出願日

平成10年(1998) 1月13日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 星屋 一美

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 大庭 秀洋

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 遠藤 弘淳

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

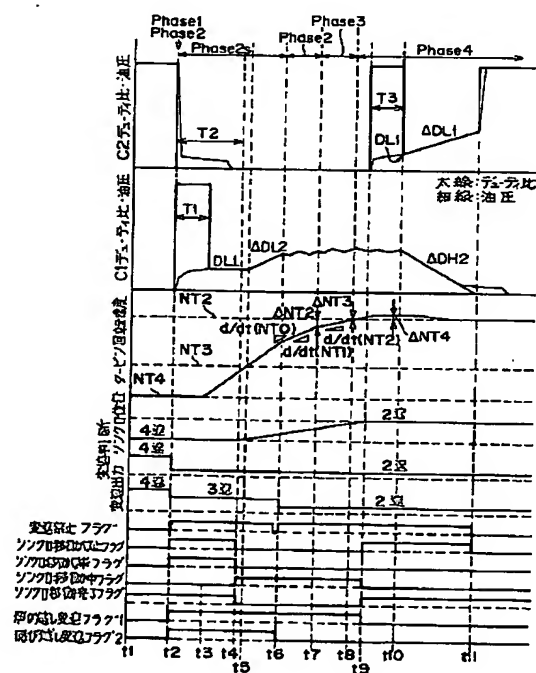
(74) 代理人 弁理士 牧野 剛博 (外2名)

(54) 【発明の名称】 自動変速機の飛び越しダウンシフト制御装置

(57) 【要約】

【課題】 ツインクラッチタイプの自動変速機において、飛び越しダウンシフトを小さな変速ショックで且つ短い変速時間で実行する。

【解決手段】 クラッチC2を解放後、時刻 t_3 においてシンクロ機構を切換える指令を出す。タービン回転速度NTが中間段の同期回転速度NT3に到達した段階で、タービン回転速度NTの上昇速度が所定値 d/dt (NT1)、あるいは d/dt (NT2)となるように、クラッチC1の油圧を昇圧させる。その後、タービン回転速度NTがこのNT2+ Δ NT4の値を維持するように、クラッチC1の油圧を制御すると共に、シンクロ機構の切換えの完了を待ってクラッチC2の油圧を徐々に昇圧する共に、クラッチC1の油圧を徐々に減圧する。これにより、パワーオン飛び越しダウンシフトを実行する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】変速機入力軸に並列に配置された2つのクラッチと、該2つのクラッチのそれぞれの出力軸に配置されシンクロ機構によって変速機出力軸と選択的に連結される複数のギヤ列と、を備え、該ギヤ列の選択的連結と前記2つのクラッチのクラッチツウクラッチによる切換えとの組合せによって、パワーオン状態で高速段から中間段への第1変速及び該中間段から低速段への第2変速を連続して行う飛び越しダウンシフトを実行する自動変速機の飛び越しダウンシフト制御装置において、前記飛び越しダウンシフトを実行すべき変速判断があったことを検出する手段と、

該変速判断の検出後、前記2つのクラッチのうち、前記第1変速の高速段側のクラッチを解放する手段と、該高速段側のクラッチの解放後、前記シンクロ機構を第1変速の高速段側から第2変速の低速段側に切換える指令を出す手段と、

前記高速段側のクラッチの解放によって前記変速機入力軸の回転速度が第1変速の中間段の同期回転速度に到達したことを検出する手段と、

該変速機入力軸の回転速度が中間段の同期回転速度に到達したことを検出した後、該変速機入力軸の回転速度の上昇速度が所定値となるように、第2変速の中間段側のクラッチ油圧を、該入力軸の回転速度が第2変速の低速段の同期回転速度に所定値を加えた値に到達するまで昇圧させる手段と、

変速機入力軸の回転速度が第2変速の低速段の同期回転速度に所定値を加えた値に到達した後、この値を維持するように第2変速の中間段側のクラッチの油圧を制御する手段と、

変速機入力軸の回転速度が第2変速の低速段の同期回転速度以上であり、且つ前記シンクロ機構の切換えが完了したことを確認する手段と、

該確認の後、第2変速の低速段側のクラッチの油圧を徐々に昇圧すると共に、第2変速の中間段側のクラッチの油圧を徐々に減圧する手段と、を備えたことを特徴とする自動変速機の飛び越しダウンシフト制御装置。

【請求項2】請求項1において、更に、前記シンクロ機構の切換え指令を出した後、所定時間以内に該切換えが完了したか否かを判断する手段を備え、シンクロ機構の切換え指令後、所定時間以内に該切換えが完了しなかったと判断されたときに、その時点で前記第2変速を中止し、第1変速までのダウンシフトに変更することを特徴とする自動変速機の飛び越しダウンシフト制御装置。

【請求項3】変速機入力軸に並列に配置された2つのクラッチと、該2つのクラッチのそれぞれの出力軸に配置されシンクロ機構によって変速機出力軸と選択的に連結される複数のギヤ列と、を備え、該ギヤ列の選択的連結

と前記2つのクラッチのクラッチツウクラッチによる切換えとの組合せによって、パワーオフ状態で高速段から中間段への第1変速及び該中間段から低速段への第2変速を連続して行う飛び越しダウンシフトを実行する自動変速機の飛び越しダウンシフト制御装置において、前記飛び越しダウンシフトを実行すべき変速判断があったことを検出する手段と、

該変速判断の検出後、前記2つのクラッチのうち、前記第1変速の高速段側のクラッチを解放する手段と、該高速段側のクラッチの解放後、前記シンクロ機構を第1変速の高速段側から第2変速の低速段側に切換える指令を出す手段と、

前記切換え指令を出した後、入力軸回転速度の上昇速度が所定値となるように、第2変速の中間段側のクラッチ油圧を該変速機入力軸の回転速度が第1変速の中間段の同期回転速度より所定値だけ低い値に到達するまで昇圧させる手段と、

変速機入力軸の回転速度が第1変速の中間段の同期回転速度より所定値だけ低い値に到達した後、この値を維持するように中間段側のクラッチ油圧を制御する手段と、前記シンクロ機構の切換えが完了したことを確認する手段と、

該確認の後、変速機入力軸の回転速度の上昇速度が所定値となるように、第2変速の低速段側のクラッチの油圧を徐々に昇圧すると共に、第2変速の中間段側のクラッチの油圧を徐々に減圧する手段と、を備えたことを特徴とする自動変速機の飛び越しダウンシフト制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、いわゆるツインクラッチタイプの自動変速機において、飛び越しダウンシフトを実行する際に適用するのに好適な制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】パワーオン飛び越しダウンシフトは、一般に運転者がアクセルペダルを急速に深く踏み込んだときに実行される。又パワーオフ飛び越しダウンシフトは、一般に運転者がエンジンブレーキを欲するためシフトレバーを操作することによって実行される。

【0003】特開平3-121362号公報には、例えば第4速段（高速段）→第2速段（低速段）のパワーオン飛び越しダウンシフトを実行するものにおいて、その変速制御を中間段（第3速段）経由で行い、中間段が完全に達成される前に中間段の指示を解除する制御技術が開示されている。

【0004】飛び越しダウンシフトの実行にあたって中間段を経由させ、高速段から中間段への第1変速と該中間段から低速段への第2変速を連続させるようにすると、それだけ円滑に回転部材の回転速度を変化させるこ

とができ、変速ショックを低減できる。

【0005】又、その際に、前記特開平3-121362号で開示されたような技術を適用することにより、飛び越しダウンシフトが完了するまでの全体の変速時間を短縮することができる。

【0006】一方、従来、変速機入力軸に並列に配置された2つのクラッチと、該2つのクラッチのそれぞれの出力軸に配置されシンクロ機構によって変速機出力軸と選択的に連結される複数のギヤ列と、を備えた、いわゆるツインクラッチタイプの自動変速機が広く知られている。このタイプの自動変速機では、前記ギヤ列の選択的連結と2つのクラッチのクラッチツウクラッチによる切換えとの組合せによって所定の変速が実行される。

【0007】変速ショックの低減と変速時間の短縮を図るために、この種のツインクラッチタイプの自動変速機では、一般に、予想される次変速段に相当するギヤ列を予め連結・待機させておき、実際の変速は2つのクラッチの切換えのみで実現できるように制御している。2つのクラッチの切換えは、いわゆるクラッチツウクラッチの切換えとなる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記特開平3-121362号公報で開示されたパワーオン飛び越しダウンシフトに係る制御技術は、中間段の達成にワンウェイクラッチを使用する構成になっており、従って、中間段もクラッチツウクラッチで達成する形式の自動変速機には単純には適用できないという問題があった。まして、その自動変速機がいわゆるツインクラッチタイプの自動変速機であった場合には、更に事情が複雑化するため、上記公報による技術はこれを全く適用することができないという問題があった。

【0009】即ち、ツインクラッチタイプの自動変速機の場合は、高速段から中速段への第1変速が一方のクラッチから他方のクラッチへのクラッチツウクラッチ変速になると共に、中間段から低速段への第2変速がこの他方のクラッチから「元の」一方のクラッチへのクラッチツウクラッチ変速になるという事情がある。更に、この作業の途中に、シンクロ機構の切換えを行う必要があるという事情が加わる。そのため、従来特開平3-121362号公報において開示されているような技術は、これをツインクラッチタイプの自動変速機に適用するのはほとんど不可能であった。

【0010】ところで、この種の自動変速機において飛び越しダウンシフトの要請があったときに、中間段を経由することなく、即ち、2つのクラッチの操作を行うことなくシンクロ機構の切換えのみによって変速を実行させようとしても、シンクロ機構の切換えが現実には不可能であることから採用できない。

【0011】従って、従来この種の自動変速機において飛び越しダウンシフトの要請があったときは、まず高速

段→中間段の第1変速を実行し、その後シンクロ機構を切換え、更に続けて中間段→低速段の第2変速を行うという3つの操作を単純に連続して実行させるという制御が行われていた。

【0012】しかしながら、第1変速～シンクロ機構の切換え～第2変速を単純に連続させる方法は、この種のダウンシフトが一般に少しでも速く変速を完了させたいときに実行される変速でありながら、該変速が終了するまでの時間が非常に長くなってしまいう問題があった。

【0013】本発明は、このような従来の問題に鑑みてなされたものであって、いわゆるツインクラッチタイプの自動変速機において、飛び越しダウンシフトを短い変速時間で且つ小さな変速ショックで、円滑に実行することのできる自動変速機の飛び越しダウンシフト制御装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、変速機入力軸に並列に配置された2つのクラッチと、該2つのクラッチのそれぞれの出力軸に配置されシンクロ機構によって変速機出力軸と選択的に連結される複数のギヤ列と、を備え、該ギヤ列の選択的連結と前記2つのクラッチのクラッチツウクラッチによる切換えとの組合せによって、パワーオン状態で高速段から中間段への第1変速及び該中間段から低速段への第2変速を連続して行う飛び越しダウンシフトを実行する自動変速機の飛び越しダウンシフト制御装置において、前記飛び越しダウンシフトを実行すべき変速判断があったことを検出する手段と、該変速判断の検出後、前記2つのクラッチのうち、前記第1変速の高速段側のクラッチを解放する手段と、該高速段側のクラッチの解放後、前記シンクロ機構を第1変速の高速段側から第2変速の低速段側に切換える指令を出す手段と、前記高速段側のクラッチの解放によって前記変速機入力軸の回転速度が第1変速の中間段の同期回転速度に到達したことを検出する手段と、該変速機入力軸の回転速度が中間段の同期回転速度に到達したことを検出した後、該変速機入力軸の回転速度の上昇速度が所定値となるように、第2変速の中間段側のクラッチ油圧を、該入力軸の回転速度が第2変速の低速段の同期回転速度に所定値を加えた値に到達するまで昇圧させる手段と、変速機入力軸の回転速度が第2変速の低速段の同期回転速度に所定値を加えた値に到達した後、この値を維持するように第2変速の中間段側のクラッチの油圧を制御する手段と、変速機入力軸の回転速度が第2変速の低速段の同期回転速度以上であり、且つ前記シンクロ機構の切換えが完了したことを確認する手段と、該確認の後、第2変速の低速段側のクラッチの油圧を徐々に昇圧すると共に、第2変速の中間段側のクラッチの油圧を徐々に減圧する手段と、を備えたことにより、上記課題を解決したものである。

【0015】請求項2に記載の発明は、請求項1において、更に、前記シンクロ機構の切換え指令を出した後、所定時間以内に該切換えが完了したか否かを判断する手段を備え、シンクロ機構の切換え指令後、所定時間以内に該切換えが完了しなかったと判断されたときに、その時点で前記第2変速を中止し、第1変速でのダウンシフトに変更することにより、請求項1に記載の発明を実施する際に万一シンクロ機構に不具合が発生したとしても、これによってクラッチの耐久性が低下するのを効果的に防止できるようにしたものである。

【0016】請求項3に記載の発明は、変速機入力軸に並列に配置された2つのクラッチと、該2つのクラッチのそれぞれの出力軸に配置されシンクロ機構によって変速機出力軸と選択的に連結される複数のギヤ列と、を備え、該ギヤ列の選択的連結と前記2つのクラッチのクラッチツウクラッチによる切換えとの組合せによって、パワーオフ状態で高速段から中間段への第1変速及び該中間段から低速段への第2変速を連続して行う飛び越しダウンシフトを実行する自動変速機の飛び越しダウンシフト制御装置において、前記飛び越しダウンシフトを実行すべき変速判断があったことを検出する手段と、該変速判断の検出後、前記2つのクラッチのうち、前記第1変速の高速段側のクラッチを解放する手段と、該高速段側のクラッチの解放後、前記シンクロ機構を第1変速の高速段側から第2変速の低速段側に切換える指令を出す手段と、前記切換え指令を出した後、入力軸回転速度の上昇速度が所定値となるように、第2変速の中間段側のクラッチ油圧を該変速機入力軸の回転速度が第1変速の中間段の同期回転速度より所定値だけ低い値に到達するまで昇圧させる手段と、変速機入力軸の回転速度が第1変速の中間段の同期回転数より所定値だけ低い値に到達した後、この値を維持するように中間段側のクラッチ油圧を制御する手段と、前記シンクロ機構の切換えが完了したことを確認する手段と、該確認の後、変速機入力軸の回転速度の上昇速度が所定値となるように、第2変速の低速段側のクラッチの油圧を徐々に昇圧すると共に、第2変速の中間段側のクラッチの油圧を徐々に減圧する手段と、備えたことにより、同じく上記課題を解決したものである。

【0017】なお、この明細書において、「高速段側のクラッチ」、「中間段側のクラッチ」、及び「低速段側のクラッチ」は、それぞれ高速段、中間段、及び低速段の維持に関与するクラッチ（それぞれの係合によってそれぞれの変速段が達成されるクラッチ）を指すものとする。ツインクラッチの場合、2つのクラッチが交互に係合と解放を繰り返すため、中間段が1個の飛び越し変速の場合、「高速段側のクラッチ」と「低速段側のクラッチ」は実際には同一のクラッチとなる。

【0018】即ち、高速段→中間段の第1変速においては、それまで係合していた一方のクラッチ（第1変速の

高速段側のクラッチ）が解放され、それまで解放されていた他方のクラッチ（第1変速の中間段側のクラッチ）が係合される作業が実行されることになる。又、中間段→低速段の第2変速においては、一度解放に向かった前記一方のクラッチ（第2変速の低速段側のクラッチ）が再び係合されると共に、一度係合に向かった前記他方のクラッチ（第2変速の高速段側のクラッチ）が再び解放されることになる。

【0019】いうまでもなく、これらのクラッチの切換えが適切に行われないと、ニュートラルの状態に近くなってエンジン吹きが生じたり、変速時間が長くなったりする。あるいはロッキングの状態に近くなって動力伝達系の耐久性が低下したり大きな変速ショックが発生したりする。本発明では、このような不具合を合理的に解消している。

【0020】請求項1に記載の発明は、パワーオン状態（アクセルペダルが踏込まれた状態）における飛び越しダウンシフトに係る。請求項1に係る発明では、高速段から低速段へのパワーオン飛び越しダウンシフト時に、中間段を経由させるが、実際には中間段が完全に成立するまでには至らせず、その途中の半成立過程を利用する。

【0021】即ち、（第1変速の）高速段側のクラッチを解放すると（パワーオン状態なのでエンジン回転速度は上昇しようとしており）、変速機入力軸の回転速度（以下入力軸回転速度という）は上昇を開始する。この高速段側のクラッチの解放によりシンクロ機構を切換えることができるようになるため、この段階で該シンクロ機構を第1変速の高速段側から第2変速の低速段側に切換える指令を出し、該切換えを開始させる。そして、入力軸回転速度が中間段の同期回転速度に達した段階で中間段側のクラッチ油圧を上昇させる。

【0022】中間段側のクラッチは完全に係合させることはせず、スリップ状態に維持する。完全係合させなければ入力軸回転速度は中間段の同期回転速度を越え、更に低速段の同期回転速度をも越えることができる。その過程で、中間段側のクラッチの油圧を高めてスリップをより小さくすると（係合力を高めると）入力軸回転速度の上昇速度は遅くなり、中間段側のクラッチの油圧を低めてスリップをより大きくすると（係合力を弱めると）入力軸回転速度の上昇速度は速まる。そのため、この中間段側のクラッチのスリップ状態を、入力軸回転速度を所定速度で円滑に上昇させるための手段として利用できる。

【0023】請求項1に記載の発明では、このようにして入力軸回転速度が低速段同期回転速度を越えると、この低速段の同期回転速度より若干高い回転速度（所定値だけ高い値）を維持するように中間段側のクラッチ油圧を調整し、シンクロ機構の切換えの完了を待つ。シンクロ機構の切換えを待つ間に入力軸回転速度を低速段の同

期回転速度より所定値だけ高めの値に維持するようにしたのは、第2変速における中間段側のクラッチと低速段側のクラッチとの切換えを円滑にするためである。即ち、このシンクロ機構の切換えを待つ間は、中間段側のクラッチが容量を持つことによって入力軸回転速度が低速段同期回転速度付近に維持されることになるが、最終的には低速段側のクラッチが全容量を持ち、中間段側のクラッチは完全解放されるものであるため、ここで良好に両者の切換えを行わなければならない。中間段側のクラッチによって低速段の同期回転速度自体になるように維持しようとした場合、ばらつきによって低速段同期回転速度より低めに維持されてしまうと、これより高めようとする低速段側のクラッチの係合と干渉し、いわゆる（セミ）ロックが発生してしまう。その点、ばらつきによっても低速段同期回転速度より高めになるように維持していれば、低速段側のクラッチは円滑に完全係合に移行でき、ロックは発生しない。

【0024】やがてシンクロ機構の切換え完了が確認できると、低速段側のクラッチ油圧を上昇させ、（公知の単純なクラッチツウクラッチ制御にならって低速段側のクラッチが係合し始める時期を見計らって）中間段側のクラッチを解放する。これにより、高速段から低速段へのパワーオン飛び越しダウンシフトを完了する。

【0025】請求項1に記載の発明では、このように中間段側のクラッチに対するクラッチツウクラッチ操作を利用してパワーオン状態における飛び越しダウンシフトを行うものの、実際には半成立の中間段を経由することで変速時間が短く、且つ変速ショックの小さい変速が実現できる。

【0026】なお、請求項1における「中間段側のクラッチの油圧の上昇」は、「中間段クラッチに実質的に容量を持たせるための昇圧」のことを言うものとする。従って、例えば後述する実施形態のように、中間段側のクラッチのクラッチバックを詰めるために、予め容量を持つか持たないかのぎりぎりの値で待機させる予備作業は、これを何時の時点で開始していてもよい。

【0027】又、特に、中間段側のクラッチの油圧を「フィードバック制御」することによって変速機の入力軸回転速度を低速段の同期回転速度＋所定値に維持するようにすると、低速段側のクラッチが容量を持って入力軸回転速度が低速段の同期回転速度に押し下げられると、これより高い値を維持するようにフィードバック制御される中間段側のクラッチ油圧は「自動的に」解放側へ移行する（せざるを得ない）ので、極めて円滑な切換えが可能となる。

【0028】一方、請求項3に記載の発明は、パワーオフ状態（アクセルペダルが緩められた状態）における飛び越しダウンシフトに係る。請求項3に係る発明においても、高速段から低速段への飛び越しダウンシフト時に中間段を経由させるが、実際には中間段が完全に成立す

るまでには至らず、又この中間段を達成する過程においてシンクロ機構の切換えを併せて行うことにより変速ショックの低減と変速時間の短縮を図るようにしている。

【0029】即ち、（第1変速の）高速段側のクラッチを解放すると（パワーオフ状態なのでエンジン回転速度は下降しようとしており）、変速機の入力軸回転速度は下降を開始するが、この高速段側のクラッチの解放によりシンクロ機構を切換えることができるようになるため該シンクロ機構を第1変速の高速段側から第2変速の低速段側に切換える指令を出す。一方、中間段側のクラッチ油圧を上昇させることにより、入力軸回転速度を一定割合（所定速度）で上昇させ、中間段の同期回転速度付近にまでもっていく。但し、パワーオフの場合、エンジン回転速度が低下しようとしているので、中間段側のクラッチ油圧を高めてスリップをより小さくすると（係合力を高めると）入力軸回転速度の上昇速度は速くなり、中間段側のクラッチ油圧を低めてスリップをより大きくすると（係合力を弱めると）入力軸回転速度の上昇速度は遅くなる傾向となる。いずれにしてもこの中間段側のクラッチのスリップ状態を、入力軸回転速度を円滑に上昇させるための手段として利用できる。

【0030】パワーオフの場合、中間段側のクラッチの係合によっては入力軸回転速度を中間段の同期回転速度より高めることができない。そこで、このようにして入力軸回転速度が中間段の同期回転速度に近付くと、この中間段の同期回転速度より若干低い回転速度（0を含む所定値だけ低い値）に維持するように中間段側のクラッチ油圧を調整し、シンクロ機構の切換えの完了を待つようにする。中間段の同期回転速度より所定値だけ低目の値を維持するようにすると、中間段側のクラッチが完全係合するときに発生するショックと完全係合から解放開始するときに発生するショックを低減することができる。

【0031】シンクロ機構の切換え完了の確認ができた後は、（第2変速の）低速段側のクラッチ油圧を入力軸回転速度が所定速度で上昇するように上昇させ、（公知の単純なクラッチツウクラッチ変速にならって低速段側のクラッチが解放し始める時期を見計らって）中間段側のクラッチを解放する。これにより、高速段から低速段へのパワーオフ飛び越しダウンシフトが完了する。

【0032】なお、請求項3に記載した発明においても、「中間段側のクラッチの油圧の上昇」は、「中間段側のクラッチに実質的に容量を持たせるための昇圧」のことを言うものとする。従って、例えば後述する実施形態のように、中間段側のクラッチのクラッチバックを詰めるために、予め容量を持つか持たないかのぎりぎりの値で待機させる予備作業は、これをいつの時点で開始していても良い。

【0033】パワーオフの場合、第1変速の高速段側のクラッチ油圧の解放により、変速機の入力軸回転速度は

低下する傾向があるため、この待機作業は早目に行っておくのが望ましい。

【0034】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施形態を図面を参照しながら詳細に説明する。

【0035】図2は、本発明が適用されたトルクコンバータ付きのツインクラッチ式4段自動変速機の全体の構造を模式的に示した図である。

【0036】図2において、1はエンジンを、2はロックアップ機構付きのトルクコンバータを、3はツインクラッチ式自動変速機を表わしている。

【0037】エンジン1の出力軸10はトルクコンバータ2のフロントカバー20に連結されている。フロントカバー20は、流体流を介して連結されるポンプインペラ21とタービン22を介して、あるいは、ロックアップクラッチ23を介してトルクコンバータ出力軸24に連結されている。トルクコンバータ2の出力軸24は、ツインクラッチ式自動変速機3の入力軸(変速機入力軸)30に一体回転可能に連結されている。なお、25はステータ、26はワンウェイクラッチである。

【0038】入力軸30は、第1クラッチC1の第1クラッチ入力ディスクC1i、第2クラッチC2の第2クラッチ入力ディスクC2iが連結されている。

【0039】そして、第1クラッチC1の第1クラッチ出力ディスクC1o、第2クラッチC2の第2クラッチ出力ディスクC2oに、それぞれ、第1クラッチ出力軸40、第2クラッチ出力軸50が、入力軸30の外側に同軸的に連結されている。

【0040】又、副軸60と出力軸(変速機出力軸)70が、これらの軸に平行に配設されている。

【0041】第2クラッチ出力軸50には、第2速ドライブギヤI2、副軸ドライブギヤIs、第4速ドライブギヤI4が固定的に連結されている。

【0042】一方、第1クラッチ出力軸40には、第4速ドライブギヤI4に隣接するようにして第3速ドライブギヤI3が、更にそのトルクコンバータ2側に第1速ドライブギヤI1が固定的に連結されている。

【0043】出力軸70には、第2速ドライブギヤI2と常時噛合する第2速ドリブンギヤO2、第4速ドライブギヤI4と常時噛合する第4速ドリブンギヤO4、第3速ドライブギヤI3と常時噛合する第3速ドリブンギヤO3、第1速ドライブギヤI1と常時噛合する第1速ドリブンギヤO1が、それぞれ、回転自在に取り付けられている。

【0044】第1シンクロ(シンクロ機構)D1は、出力軸70に固定的に連結された第1ハブH1と、その外周端部に軸方向摺動自在に取り付けられた第1スリーブS1からなり、この第1スリーブS1を、第1シフトフォークY1を介して第1スリーブアクチュエータACT1によって移動し、第1速ドリブンギヤO1に固定結

合されている第1速クラッチギヤG1、又は、第3速ドリブンギヤO3に固定結合されている第3速クラッチギヤG3に係合させることによって、第1速ドリブンギヤO1及び第3速ドリブンギヤO3を選択的に出力軸70に連結させる。

【0045】同様に、第2シンクロ(シンクロ機構)D2は出力軸70に固定的に連結された第2ハブH2と、その外周端部に軸方向摺動自在に取り付けられた第2スリーブS2からなり、この第2スリーブS2を、第1シフトフォークY2を介して第2スリーブアクチュエータACT2によって移動し、第4速ドリブンギヤO4に固定結合されている第4速クラッチギヤG4、又は、第2速ドリブンギヤO2に固定結合されている第2速クラッチギヤG2に係合させることによって第4速ドリブンギヤO4、及び第2速ドリブンギヤO2を選択的に出力軸70に連結させる。

【0046】副軸60には、副軸ドライブギヤIsと常時噛合する副軸ドリブンギヤOs、第1速ドライブギヤI1とアイドルギヤMRを介して常時噛合する後進ドライブギヤIRが配設されている。副軸ドリブンギヤOsは副軸60に固定的に連結され、常時副軸60と一体に回転するが、後進ドライブギヤIRは回転自在に取り付けられていて、両ギヤの中間に配設された第3シンクロ(シンクロ機構)D3により、選択的に副軸60に連結される。

【0047】第3シンクロD3は、副軸60に固定的に連結された第3ハブH3と、その外周端部に軸方向摺動自在に取り付けられた第3スリーブS3からなり、この第3スリーブS3を第3シフトフォークY3を介して第3スリーブアクチュエータACT3によって移動し、後進ドライブギヤIRに固定結合されている後進クラッチギヤGRに係合させることによって、後進ドライブギヤIRを選択的に副軸60と一体に回転させる。

【0048】図3の(A)(B)は、各速度段における、第1クラッチC1、第2クラッチC2、第1スリーブS1、第2スリーブS2、第3スリーブS3の係合の状態を示したものである。

【0049】○が付されたものは、その変速段における動力の伝達のための係合であって、△はダウンシフト用の予備選択を、▽はアップシフト用の予備選択をした場合に付加される係合を示している。予備選択により付加された係合は、その変速段における動力の伝達には寄与しない。

【0050】例えば、第1速段では第1クラッチC1が係合され、第1クラッチ出力ディスクC1oに結合された第1クラッチ出力軸40が第1速ドライブギヤI1、第3速ドライブギヤI3と共に回転し、第1速ドライブギヤI1に常時噛合している第1速ドリブンギヤO1が回転し、次に、第1スリーブS1が第1速クラッチギヤG1側に位置していることによって出力軸70が第1ハ

ブH1、第2ハブH2と共に回転し、動力が伝達される。

【0051】第2速段では第2クラッチC2が係合され、第2クラッチ出力ディスクC2oに結合された第2クラッチ出力軸50が第2速ドライブギヤI2、第2クラッチ出力軸50、第4速ドライブギヤI4、副軸ドライブギヤIsと共に回転し、第2速ドライブギヤI2に常時噛合している第2速ドリブンギヤO2が回転し、次に、第2スリーブS2が第2速クラッチギヤG2側に位置していることによって、出力軸70が第1ハブH1、第2ハブH2と共に回転し、動力が伝達される。

【0052】第3速段では第1クラッチC1が係合され、第1クラッチ出力ディスクC1oに結合された第1クラッチ出力軸40が第1速ドライブギヤI1、第3速ドライブギヤI3と共に回転し、第3速ドライブギヤI3に常時噛合している第3速ドリブンギヤO3が回転し、次に、前述のように第1スリーブS1が第3速クラッチギヤG3側に位置していることによって、出力軸70が第1ハブH1、第2ハブH2と共に回転し、動力が伝達される。

【0053】第4速段では第2クラッチC2が係合され、第2クラッチ出力ディスクC2oに係合された第2クラッチ出力軸50が第2速ドライブギヤI2、第2クラッチ出力軸50、第4速ドライブギヤI4、副軸ドライブギヤIsと共に回転し、第4速ドライブギヤI4に常時噛合している第4速ドリブンギヤO4が回転し、次に、第2スリーブS2が第4速クラッチギヤG4側に位置していることによって、出力軸70が第1ハブH1、第1ハブH2と共に回転し、動力が伝達される。

【0054】後進段では第2クラッチC2が係合され、第2クラッチ出力ディスクC2oに結合された第2クラッチ出力軸50が第2速ドライブギヤI2、第2クラッチ出力軸50、第4速ドライブギヤI4、副軸ドライブギヤIsと共に回転し、副軸ドライブギヤIsに常時噛合している副軸ドリブンギヤOsを介して副軸60が回転し、第3スリーブS3が後進クラッチギヤGR側に位置していることにより後進ドライブギヤIRが回転し、その結果、後進アイドルギヤMRを介して第1速ドリブンギヤO1が回転し、次に、第1スリーブS1が第1速クラッチギヤG1側に位置していることによって、出力軸70が第1ハブH1、第2ハブH2と共に回転し、動力が伝達される。

【0055】そして、各変速段の間の変速は、変速後の変速段の伝達経路の完成に必要なスリーブを移動して係合し、次に、変速前に使用されている一方のクラッチを解放しながら、変速後に使用される他方のクラッチに係合していき、変速前の変速段の伝達経路を完成しているスリーブを移動して解放することにより行われる。

【0056】例えば、第2速段から第3速段への変速は、第1スリーブS1を第3クラッチギヤG3と係合す

るように移動せしめ、第2クラッチC2を解放させながら、第1クラッチC1に係合し、そして、第2スリーブS2を第2速クラッチギヤG2との係合から解放されるように移動せしめる。

【0057】なお、この実施形態では図3の(B)に示すようにその時点での走行環境(例えば車速)から次変速段を予測し、これに対応するシンクロ機構を予め係合させておくことにより、変速判断があった時点で直ちにクラッチの切換え制御に入れるように制御している(後述)。

【0058】第1クラッチC1と第2クラッチC2の係合、解放の制御(クラッチツウクラッチの切換え制御)は、それぞれ、第1クラッチ入力ディスクC1i、第2クラッチ入力ディスクC2iに連結された第1クラッチ・クラッチプレート(図示しない)、第2クラッチ・クラッチプレート(図示しない)を、油圧によって駆動される第1クラッチピストン(図示しない)、第2クラッチピストン(図示しない)によって、第1クラッチ出力ディスクC1o、第2クラッチ出力ディスクC2oに連結された第1クラッチ・クラッチプレート(図示しない)、第2クラッチ・クラッチプレート(図示しない)に摩擦係合せしめることによって行われる。

【0059】前記ピストンの駆動は、図2における油圧供給源OPから供給された作動油をピストン油室に給排制御することにより行われ、第1クラッチ供給油圧制御弁VC1及び第2クラッチ供給油圧制御弁VC2を電子制御ユニット(以下ECUという)100によって、微細に制御することにより行われる。

【0060】又、第1スリーブS1、第1スリーブS2、第3スリーブS3の移動は、前述したように、それぞれ、第1スリーブアクチュエータACT1、第2スリーブアクチュエータACT2、第3スリーブアクチュエータACT3により行われる。

【0061】各スリーブアクチュエータの構造の詳細な説明は省略するが、シフトフォークが連結されたピストンを所望の方向に移動するものであって、油圧供給源OPから供給された作動油をピストンの両側に形成されているピストン油室に給排制御することにより行われる。そのため、各ピストン油室への作動油の供給を制御する弁と、各ピストン油室からの作動油の排出を制御する弁とが備えられ、ECU100によってこれらの弁の開閉が制御される。

【0062】本発明においては、各スリーブが所定の移動をしたかどうかを確認することが必要があるため、第1スリーブアクチュエータACT1、第2スリーブアクチュエータACT2、第3スリーブアクチュエータACT3は、前記ピストンの移動からスリーブの位置を検出する第1、第2、第3のスリーブ位置センサ115a、115b、115cを有していて、その信号はECU100の入力インターフェイス回路101に送られる。

【0063】ECU100は、デジタルコンピュータからなり、相互に接続された入力インターフェイス回路101、ADC（アナログデジタル変換器）102、CPU（マイクロプロセッサ）103、RAM（ランダムアクセスメモリ）104、ROM（リードオンリメモリ）105、出力インターフェイス回路106を具備している。

【0064】CPU103には、ギヤ段位置を検出するギヤ段センサ111、車速（変速機出力軸の回転速度）を検出する車速センサ112、スロットル開度を出力するスロットル開度センサ113、入力軸30の回転速度を検出する入力軸回転速度センサ114、及び前述の各スリーブアクチュエータ内に設けられたスリーブ位置を検出するスリーブ位置センサ115a、115b、115c等の各センサの出力信号が、入力インターフェイス回路101を介して、あるいは更にADC102を介して入力される。

【0065】CPU103は上記各種センサの値と、ROM105に記憶しておいたデータから後述する本発明の制御を行うために、前記各スリーブを移動せしめるスリーブアクチュエータを制御する信号を発生する他、ツインクラッチ式自動変速機のクラッチを制御する第1クラッチ供給油圧制御弁VC1及び第2クラッチ供給油圧制御弁VC2を制御する信号、前記ロックアップクラッチを制御するロックアップ油圧制御弁VLを制御する信号を発生し、出力インターフェイス回路106を介して、それぞれに送出する。

【0066】次に制御の内容について詳しく説明する。

【0067】初めにパワーオン状態での飛び越しダウンシフトに係る実施形態から説明する。

【0068】この実施形態では、後述するフローチャートにより全ての飛び越し及び通常の（一段の）パワーオンダウンシフトに対応できるようになっていはいはいるものの、ここでは理解を容易にするために、先ず図1を用いて、そのうちの代表的な、第4速段から第2速段へのパワーオン飛び越しダウンシフトについて説明する。

【0069】図3の（A）から明らかなように、この場合第4速段を達成する第2クラッチC2が高速段クラッチ、第3速段を達成する第1クラッチC1が中間段クラッチ、第2速段を達成する第2クラッチC2が低速段クラッチにそれぞれ相当する。既に言及しているように、高速段側のクラッチと低速段側のクラッチは実際は（同一の）第2クラッチC2である。

【0070】図1は、このパワーオン4→2ダウンシフトの制御動作の内容を示すタイムチャートである。このタイムチャートは、第4速段（高速段）及び第2速段（低速段）兼用の第2クラッチC2に対するデューティ比、第3速段（中間段）用の第1クラッチC1に対するデューティ比、タービン回転速度（＝変速機入力軸30の回転速度）NT、第2シンクロD2の切換え状態、変

速判断、変速出力、及び各フラグの相互の関係を示している。なお、図において太線はデューティ比を示し、細線は油圧を示している。デューティ比が100%のとき、各クラッチにライン圧が100%供給され、デューティ比が0%のとき、各クラッチの油圧が完全ドレンされる。

【0071】図1の左端の時刻t1で示す部分は、第2クラッチC2が完全係合し、且つ第1クラッチC1が完全解放している変速動作前の状態（第4速段が成立している状態）を示す。

【0072】この第4速段の状態から第2速段にパワーオン飛び越しダウンシフトする変速判断があった場合、まず時刻t2で第2クラッチC2のデューティ比を0%とし、該第2クラッチC2を解放する。又、これと同時に、第1クラッチC1を係合させるべく期間T1だけデューティ比100%を出力し（いわゆるファーストクイックフィルと呼ばれる操作）、その後デューティ比をDL1にまで下げた状態で待機させる。このデューティ比DL1は、第1クラッチC1が容量を持たないぎりぎりの値である。

【0073】第2クラッチC2の解放により、（パワーオン状態なので）タービン回転速度NTが時刻t3から上昇を開始する。

【0074】一方、時刻t2からカウント開始されたドレンタイムT2が経過したことが検出されると、（第2クラッチC2が完全解放されたとして）第2シンクロD2を4速位置から2速位置へと切換える指令が出される。第2シンクロD2の切換え指令をドレンタイムT2が経過するまで待つてから開始させるようにしたのは、第2クラッチC2が少しでも容量を持っていると、第2シンクロS2の切換えに支障が出る恐れがあるためであり、又、支障がない範囲でできるだけ早く切換えを開始させるためである。

【0075】やがて、時刻t5においてタービン回転速度NTが第3速段（中間段）の同期回転速度NT3に至ったと判断されると、第1クラッチC1のデューティ比がそこから $\Delta DL2$ の割合で徐々に増大される。この $\Delta DL2$ は、タービン回転速度NTを所定の上昇速度 d/dt （NT0）で上昇させる値に対応しているものである。

【0076】第1クラッチC1のデューティ比を所定の割合 $\Delta DL2$ で上昇していくと、第1クラッチC1が相当量の容量を持ち始め、タービン回転速度NTの上昇速度が所定値以下にまで低下してくる（時刻t6）。この段階（時刻t6）からタービン回転速度NTが第2速段（低速段）の同期回転速度NT2より $\Delta NT2$ だけ小さい値になるまで（時刻t7まで）は、タービン回転速度NTが所定の上昇速度 d/dt （NT1）で上昇するように、第1クラッチC1のデューティ比がフィードバック制御される。

【0077】更に、この段階（時刻 t_7 ）から、タービン回転速度 NT が第2速段の同期回転速度 NT_2 との差が（零に近い）所定値 ΔNT_3 だけ小さい値に達するまでの間（時刻 t_8 までの間）は、タービン回転速度 NT の上昇速度が $d/dt(NT_2)$ となるように、第1クラッチ C_1 のデューティ比がフィードバック制御される。

【0078】時刻 t_8 においてタービン回転速度 NT が第2速段の同期回転速度 NT_2 より（0に近い）所定値 ΔNT_3 だけ小さい値に達した後は、タービン回転速度 NT が第2速段の同期回転速度 NT_2 より所定値 ΔNT_4 だけ大きい値を維持するように、第1クラッチ C_1 のデューティ比がフィードバック制御され、この状態で第2シンクロ D_2 の切換えの完了を待つ。

【0079】時刻 t_9 で第2シンクロ D_2 の切換えが完了したことが確認されると、ここで（第2変速の）低速段側のクラッチである第2クラッチ C_2 を再び係合させるべく、所定時間 T_3 だけデューティ比100%を出力し（ファーストクイックフィル）、その後時刻 t_{10} から ΔDL_1 の速度でデューティ比を増大させ、第2クラッチ C_2 を係合させていく。

【0080】この間、第1クラッチ C_1 は、タービン回転速度 NT が第2速段の同期回転速度 NT_2 より所定値 ΔNT_4 だけ大きい値を維持するようにフィードバック制御する操作が維持される。但し、第2クラッチ C_2 が容量を持ち始めると、タービン回転速度 NT は第2速段の同期回転速度 NT_2 に収束しようとし始めるため、これより高い値を維持するようにフィードバック制御される第1クラッチ C_1 のデューティ比は自動的に0%に向かい、時刻 t_{11} において完全に0%に収束する。従って、この段階で第1、第2クラッチの切換えが実質的に完全に終了したとして、第2クラッチ C_2 のデューティ比を100%に固定し、当該飛び越しダウンシフトを終了する。

【0081】次に、この図1に示された変速制御を実際に行うためのフローチャートを図4～図13に示す。なおこのフローチャートは、これまで説明した第4速段から第2速段への飛び越しダウンシフトのみならず通常の（一段の）ダウンシフトや、第3速段→第1速段、あるいは第4速段→第1速段の飛び越しダウンシフトにも対応できるようになっている。但し理解を容易にするため、適宜第4速段→第2速段の飛び越しダウンシフトが実行される場合を想定して具体的な説明をする。

【0082】これらのフローチャートによって実行しようとする制御の主な実体的な内容については、既に図1を用いて説明済みであるため、ここでは各フローチャートに沿ってその手順を概略的に説明するに止める。

【0083】図4に示されるように、この一連の制御フローは、変速制御処理ルーチン（ステップ001）、シンクロ制御処理ルーチン（ステップ002）、油圧制御

処理ルーチン（ステップ003）から主に構成される。まず図5を用いてこのうちの変速制御処理ルーチン（ステップ001）から説明する。

【0084】ステップ101にて現在の変速判断段を $msftjdg$ に記憶し、ステップ102にてシフト位置、変速判断段、アクセル開度よりアップシフト変速点、ダウンシフト変速点をマップサーチする。ここで変速判断段とは現在の走行条件、あるいは走行状態から第何速段に存在すべきかを判断した結果求められた変速段を示す。シフト位置とはドライブレンジ、2速レンジ、あるいはリバースレンジ等のシフトレバーの位置を意味し、アップシフト変速点、ダウンシフト変速点は、その時点でアップ側及びダウン側に予めマップによって定められている出力軸回転速度の変速閾値のことである。

【0085】ステップ103では、出力軸回転速度がアップシフト変速点より高いか否かが判断され、高いと判断されたときにはステップ104で変速判断段を1だけ加算しアップフラグをオン、ダウンフラグをオフとしアップシフト判断を実施する。一方ステップ103で出力軸回転速度 \leq アップシフト変速点であった場合には、同様にステップ105、106においてダウンシフトの判断を実施する。

【0086】ステップ107にて変速判断段が変更されたか否かを判断し、変更されていた場合にはステップ101へ戻り、新たな変速判断段に基づく変速判断の更新を実施する。ステップ108～111では、変速出力段-変速判断段 >1 （ステップ108、109）、又は、パワーオンダウンシフト制御実施中に新たにダウンシフトの変速判断があったか（ステップ110、111）により飛び越し変速を判断し、飛び越し変速と判断された場合にはステップ112において飛び越し変速フラグ1、2をオンとする。ステップ113～118は、変速禁止フラグがオフ（ステップ113）のときに変速判断段の変速出力への反映を制御するためのものである。この制御フローにより、第4速段から第2速段へのダウンシフト判断があったときでも、時刻 t_2 で第4速段→第3速段、時刻 t_6 で第3速段→第2速段の変速出力を順次発生させる手順が実現される。

【0087】次に、図6に大きなステップ002（図4）において実行されるシンクロ制御処理のサブルーチンを示す。

【0088】ステップ201にてシンクロ位置判断（シンクロ機構は最終的にどの位置にあるべきか）を、シフト位置、変速判断段、出力軸回転速度よりマップサーチする。ステップ202ではこの結果得られたシンクロ位置判断が実際のシンクロ位置出力と異なるか否かが判断され、異なっていた場合にはステップ203においてシンクロ移動要求フラグをオン、シンクロ移動完了フラグをオフとする。

【0089】図3（B）にDレンジでのシンクロ位置判

断マップの例を示す。例えば変速判断段が第1速段であった場合には、その時点での出力軸回転速度がN○1より小さいときと大きいときとで場合分けされ、出力軸回転速度がN○1より小さいときは1速位置のほかニュートラル位置が予め用意される。出力軸回転速度がN○1より大きいときはシンクロ位置は1速側のほか2速位置が予め選択・連結された状態とされる。これは、出力軸回転速度がN○1より大きいときはその次に起こる変速が第2速段への変速である可能性が高いためである。同様に、変速判断段が第2速段であったときは、その時の出力軸回転速度がN○2より小さいときはシンクロ位置判断は1速位置と2速位置が選択され、出力軸回転速度がN○2より大きいときは2速位置と3速位置が「シンクロ位置判断」として決定される。

【0090】ステップ204～ステップ209は、シンクロ位置を4速位置から2速位置に切り換える作業を時刻t4から開始し時刻t9で終了したことを確認したときに実施する作業に相当している。

【0091】即ち、シンクロ移動中であるか(ステップ204)、又は、シンクロ移動禁止クラブオン(ステップ205)且つシンクロ移動要求フラグオン(ステップ206)の場合にシンクロ移動を実施し(ステップ207)、ステップ208にてシンクロの移動完了を判定する。移動完了の場合にはステップ204にてシンクロ移動完了フラグをオン、移動中フラグをオフにする共に、シンクロ位置出力にシンクロ位置判断を代入する。

【0092】次に図7に大きなステップ003(図4)にて実行される油圧制御処理サブルーチンの概略フローを示す。

【0093】ここでは、図1の上段に図示されるように、制御の各段階毎にフェイズ(phase)1、2、2S、2、3、4と命名する。

【0094】図7は、油圧制御処理の全体を示すもので、主に各フェイズ(phase)の切り換え処理を制御しているものである。

【0095】なお、フロー中のphaseという記号は、phaseフラグを示す場合もある。

【0096】この図7のフローでは、最初のステップ301においてパワーオン飛び越しダウンシフトが要求されているか否かを判断している。この判断は、ステップ112(図5)において設定される飛び越し変速フラグ1がオンであるか否かを判断することによって行う。ステップ301においてパワーオン飛び越しダウンシフトであると判断された場合には、ステップ302に進み、phase=0(非変速中)か否かを判断する。最初は前回の処理でphase=0となっているため、ステップ303に進んでphase=1とする。ステップ302がNOの場合、即ちphaseが0でなかった場合にはステップ303をパスする。いずれの場合も、ステップ304に進んで現時点でのphaseの値即ち最初は「1」をm phaseに代入

れる。

【0097】以降、各phaseのサブルーチン処理を実行する。即ち、phase=1であればステップ305から306に進んでphase1のサブルーチン処理を実行する。phase=2であればステップ307からステップ308に進んでphase2のサブルーチン処理を実行する。phase=3であればステップ309から310に進み、又phase=4であればステップ311から312に進んでそれぞれphase3、phase4のサブルーチン処理を実行する。

【0098】各phase処理を実行したらステップ316において現在のphaseがステップ304で代入したm phaseと等しいかどうか、即ち、phaseフラグの値が切りかわっているか否かを判断し、NOであれば切りかわっていればステップ304へ戻り、各phase処理を実施する。又、YESであれば切りかわっていなければステップ317へと進む。

【0099】ここで、ステップ311の後にステップ313、314、315を設けているのは、飛び越し変速用のphase2Sの処理(ステップ313)を行わせるためと、phase2S→phase2の移行時にのみステップ316でのphase切り換え判断を実行させないためである。

【0100】なお、ステップ317、318、319では、変速出力段に依存して高速段、低速段油圧duh、dulを第1、第2クラッチC1、C2の各デューティ比として代入するようにしている。このステップにより、第1変速において高速段側のクラッチ=第1クラッチC1、低速段側のクラッチ=第2クラッチC2の状態が第2変速において逆になるように置換えられる処理が実現される。又、例えば、第3速段→第1速段の飛び越しダウンシフトであったならば、第1変速において高速段側のクラッチ=第2クラッチC2、低速段側のクラッチ=第1クラッチC1の状態が第2変速において逆になるように置換えられる処理も実現できる。又、通常の(一段の)ダウンシフトにも対応できるようになる。

【0101】図8にphase1のサブルーチン処理を示す。

【0102】この処理がスタートすると、まずステップ401で変速禁止フラグがオンとされ、同時にシンクロ移動禁止フラグがオンとされる。次いでステップ402に進み、飛び越し変速フラグ1がオンであるか否かが判断される。(走行条件が特に変わらなければ)飛び越し変速フラグ1はオンであると判断されるため、ステップ403に進み高速段側クラッチのデューティ比duhが0%とされ、ドレンタイムがクリアされると共にそのカウントを開始する。なおこのデューティ比duhは前述したステップ317～319の処理により、この段階では(第3速出力であるため)第2クラッチC2のデューティ比として採用・確定される。

【0103】その後ステップ405に進み、phaseが2に設定されると共に時刻t6から実行されるフィードバ

ック制御の初期値の設定と、該フィードバック制御の積分項のクリア処理が行われる。

【0104】なお、(走行条件が変わって)ステップ402において飛び越し変速フラグ1がオフであると判断されたときには、通常の(1段の)ダウンシフトを実行するべく、ステップ404から406以降へと進み、ステップ404で所定の条件が成立した(タービン回転速度NTが低速段同期回転速度により所定値以上高まったと判定された)段階で(ステップ404でYES)ステップ405に移行する。なお、ステップ406以降は飛び越しダウンシフトでなくなったときに、通常の(一段の)ダウンシフトを実行させるための制御フローに相当しているため、ここでは詳述しない。

【0105】この実施形態では、変速時間を短縮するために第2クラッチC2の解放を最速で行うようにしているが、高速段側の急激な油圧低下によるショック発生を嫌う場合には、この第2クラッチC2の解放を徐々に行うようにし、そのデューティ比が零になった時点でドレンタイマをクリア(及びカウント開始)するようにしてもよい。

【0106】このフローから明らかなように、この実施形態では飛び越し変速フラグが1の場合は、phase 1で行う処理はステップ403、405のみであり実質的には直ちにphase 2に移行することになる。

【0107】図9にphase 2のサブルーチン処理を示す。

【0108】このphase 2の制御フローは、主に通常の(1段の)ダウンシフト時に機能するもので、ここで想定されている4→2飛び越しダウンシフトの場合は、ステップ501→503→502→507→508と進み、該ステップ508からphase 2Sへと移行し、実質的にはphase 2Sにおいてその後の処理が実行される。図1の上段の表示が、時刻t2から直ちにphase 2Sとなっているのはそのためである。なお、後述するように、phase 2Sの処理が終わったときにphase 3に移行する前にもう一度phase 2に戻るようになっている。

【0109】図10にphase 2Sのサブルーチン処理を示す。

【0110】ステップ601～606において、飛び越しダウンシフト用のシンクロ移動に関するステップが用意されている。即ち、ステップ601にて飛び越し変速を判断した場合、ステップ603にてドレンタイマが所定時間T2以上か否かを判断し、ドレンタイマが所定時間T2に至らない内はステップ602に進んでシンクロ移動禁止フラグがオンとされシンクロ(第2シンクロ)の移動が禁止される。一方、ドレンタイマが所定時間T2以上になったと判断された場合には、ステップ604に進んでシンクロ移動禁止フラグがオフとされ、シンクロの移動が開始される(時刻t4)。

【0111】ステップ605では、シンクロの移動が完

了したか否かが判断され、完了した段階で飛び越し変速フラグ1がオフとされると共にシンクロ移動禁止フラグがオンとされる(ステップ606)。

【0112】ステップ607では、phase 2Sの終了条件が成立したか否かが判断される。

【0113】phase 2Sの終了条件は、①タービン回転速度NT-低速段側(ここでは中間段:第3速段側)同期回転速度NT3≧所定値(零又は零に近い値)、且つ②タービン回転速度NTの上昇速度≦所定値(低速段側クラッチ(ここでは中間段側のクラッチである第1クラッチC1)が容量を持ち始めたことを検出可能な値)、が成立した時である。

【0114】終了条件が未成立の場合は、ステップ609で変速禁止フラグをオンとし、ステップ610で高速段側デューティ比duhを0%とする。この時点では第3速出力であるため、ステップ317→319の処理によりここでのduhは第2クラッチC2のデューティ比となる。以下括弧書きにてその時点で具体的に採用されるクラッチを併記するものとする。

【0115】ステップ611～617は、低速段側クラッチ(C1)のファーストクイックフィル及び待機処理(時刻t2→t5の処理)に関するものである。このファーストクイック及び待機処理が完了すると、ステップ617、618にて低速段側デューティ比(C1デューティ比)dulのスイープアップと上限ガード処理(時刻t5→t6の処理)を実施する。

【0116】やがて、ステップ607でphase 2Sの終了条件が成立したと判断されると、ステップ608に進んでもう一度phase 2が設定され、図9のphase 2に戻る。

【0117】このphase 2Sからphase 2に移行する際に該ステップ608において変速禁止フラグがオフとされることにより、変速制御処理サブルーチン(図5)のステップ113でYESの判断がなされるようになり、ステップ118によって変速出力が第3速段から第2速段に切り換えられるようになる。この切り換えにより、油圧制御処理サブルーチン(図7)のステップ317においてYESの判断がなされるようになるため、以降の制御フローではステップ318の処理によりデューティ比dulがC2デューティ比、デューティ比duhがC1デューティ比に定義・確定される。なお、図9のphase 2のステップ511において変速禁止フラグは再びONとされるため、図1の変速禁止フラグのタイムチャートで示されるように、この禁止フラグが実際には一瞬のみオフされることになる。

【0118】図9のphase 2に戻ると、(事情が変わらなければ飛び越し変速フラグ1がオン、2がオフなので)ステップ511で変速禁止フラグをオフとした後ステップ512で高速段側デューティ比(切り換わっているのでC1デューティ比)duhのフィードバック制御

(時刻 $t_6 \sim t_7$)の処理を実施する。このフィードバック制御は、具体的にはタービン回転速度 NT の上昇速度が $\Delta d/dt$ ($NT1$)となるように実行される。

【0119】なお、飛び越し変速フラグ2は、ステップ110、111がYESのときにオンとなるもので、1段あるいは2段のダウンシフトの「実行中」に更なるダウンシフトの要求があったときに機能する。飛び越し変速フラグ2がオンであった場合には、ステップ507から508へと進み、再度phase 2Sの処理に入る。

【0120】ステップ513～521は低速段側(この段階では第2速出力なので第2クラッチC2)の油圧制御に関する。シンクロの移動が未だ完了していないうちは、ステップ515で飛び越し変速フラグ1がオンと判定されるため、低速段側デューティ比(C2デューティ比) $du1$ は0%に維持される(ステップ514)。

【0121】しかしながら、もしシンクロ移動が完了した場合(但し、この段階では完了しない場合が多い)には、ステップ505→506で飛び越し変速フラグ1がオフとされるため、ステップ513から515側へと進みここで低速段側(C2)デューティ比 $du1$ のファーストクイックフィル操作が開始される。具体的には所定時間 $T1$ だけ $du1=100\%$ とし、その後 $du1=D L1$ にまで低下させ、該 $D L1$ の値を維持する(ステップ515～521)。

【0122】変速が進行し、やがてステップ509でphase 2の終了条件が成立したと判定されると、ステップ510に進んでphase が3に切り換えられる。phase 2の終了条件は低速段(第2速段)の同期回転速度 $NT2$ —タービン回転速度 $NT < 所定値 \Delta NT2$ である。

【0123】図11にphase 3のサブルーチン処理を示す。

【0124】まず、ステップ701において変速禁止フラグがオンとされる(維持される)。後は、前述したphase 2のサブルーチン処理とほぼ同様(同趣旨)である。具体的に異なるところは、ステップ712においてフィードバック制御が「タービン回転速度 NT の上昇速度が $\Delta d/dt$ ($NT2$)となるように、高速段側(C1)デューティ比 duh を決定する」ようにしていること、及び、ステップ710においてphase 3用の終了条件の成立を判断している点である。phase 3の終了条件は、低速段(第2速段)の同期回転速度 $NT2$ —タービン回転速度 $NT < 所定値 \Delta NT3$ (零又は零に近い所定値)である。

【0125】このphase 3の制御フローによって図1の時刻 $t_7 \sim t_8$ のフィードバック制御が実行される。phase 3の終了条件が成立すると、ステップ711に進んでphase が4に切り換えられる。

【0126】図12及び図13にphase 4のサブルーチン処理を示す。

【0127】ステップ802～807は、phase 2の5

01～506、あるいはphase 3の702～707と同様である。

【0128】ステップ808～810では、高速段側(C1)デューティ比 duh のフィードバック対象を、タービン回転速度 NT の上昇速度 $\Delta d/dt$ ($NT2$)とするか、回転速度値($NT2 + \Delta NT4$)自体とするかを確定する。ステップ808で回転速度値によるフィードバック制御がオフ(未だ始められていない)と判断されると、ステップ809に進み、タービン回転速度 $NT \geq 低速段同期回転速度NT2 + 所定値 \Delta NT4$ が成立しているか否かが確認され、成立していないうちはそのままステップ811に進むが、成立した段階で速度フィードバック制御をオンとした上でステップ811に進む。

【0129】ステップ811、812の趣旨はphase 2(図9)の507、508、あるいはphase 3(図11)のステップ708、709と同様である。

【0130】ステップ813ではphase 4の終了条件(後述)を確認する。当初はNOの判定となるためステップ815に進み、(phase 2、あるいはphase 3で既に第2クラッチC2のファーストクイックフィル操作が開始されていた場合に備えて)該第2クラッチC2のファーストクイック処理が完了したか否かが判定される。完了していた場合には(時刻 t_{10})ステップ816に進んで高速段側(C1)デューティ比 duh は duh は $\Delta DH2$ の速度で低下される。完了していなければステップ817に進み、速度フィードバック制御がオンとなっているかが確認され、未だオンとなっていなければ、タービン回転速度 NT の上昇速度が $\Delta d/dt$ ($NT2$)となるようにフィードバック制御により高速段側(C1)デューティ比 duh が決定される(ステップ819)。又、速度フィードバック制御がオンとなっていれば、タービン回転速度 NT が低速段側同期回転速度 $NT2 + 所定値 \Delta NT4$ となるようにフィードバックにより高速段側(C1)デューティ比 duh が決定される(ステップ818)。

【0131】ここで、タービン回転速度 NT が低速段側同期回転速度 $NT2$ に所定値 $\Delta NT4$ だけ加えた値となるようにフィードバック制御するようにしたのは、タービン回転速度 NT の必要以上の上昇を防止しつつ、低速段側のクラッチ(C2)が容量を持ってきたときに、自動的に解放に向かうことができるようなフィードバック制御を実現するためである。

【0132】即ち、低速段側のクラッチ(C2)が容量を持ってくると、タービン回転速度 NT は低速段側同期回転速度 $NT2$ に引き下げられるようになるため、該同期回転速度 $NT2$ より高い値を維持するようにフィードバック制御される高速段側クラッチ(C1)は解放に向かわざるを得ず、円滑なクラッチの組み換えが実現できる。

【0133】なお、ステップ820では、高速段側(C1)デューティ比 d_{uh} の0%のガード処理が実行される。

【0134】ステップ821~829はphase 2(図9)のステップ513~521、あるいはphase 3(図11)のステップ713~721と同様である。即ち、シンクロの移動完了を待って(ステップ821でN)、低速段側クラッチ(C2)のファーストクイック処理が実行される。やがて、ファーストクイック処理を開始してから所定時間T3が経過すると、ステップ830に進んで低速段側(C2)デューティ比 d_{L1} は Δd_{L1} の速度で増大され(ステップ831で100%ガード処理)、一方、ステップ815→816で $\Delta DH2$ の速度で低下され始めた高速段側(C1)デューティ比 d_{uh} がステップ832で0%にまで至ったと判定されると、ステップ833で低速段側(C2)デューティ比 d_{L1} が100%に固定される。

【0135】なお、前述したように、この一連の制御フローは、第4速段→第2速段以外のパワーオン飛び越しダウンシフト、例えば第3速段→第1速段や、第4速段→第1速段のパワーオン飛び越しダウンシフトにも対応できるようになっている。参考までに、この一連の制御フローによって第4速段→第1速段の3段のパワーオン飛び越しダウンシフトが行われた場合のタイムチャートを図14に示す。図から明らかなように、このタイムチャートは、phase 2Sを2回繰返すことによって第4速段→第2速段の飛び越しダウンシフトを実行している途中で、第3速段→第1速段の飛び越しダウンシフトを連続させたものとなっている。具体的な構成は既に詳述済みであるため、ここでは重複説明は省略する。

【0136】以上の実施形態によれば、第4速段→第2速段のパワーオン飛び越しダウンシフトを含め、全てのパワーオン飛び越しダウンシフトを小さな変速ショックでしかも短い変速時間で達成することができるようになる。

【0137】次に、本発明の第2実施形態(請求項2に係る発明の実施形態)について説明する。

【0138】第1実施形態では、シンクロの切り換え完了をトリガとして第2変速の低速段側クラッチの油圧供給を開始していた。そのため、万一、シンクロに作動不良等が発生して変速の途中で該シンクロの切り換えが正常に完了できなかった場合は、いつまでも(具体的には走行環境が変化して該変速自体の必要性がなくなったと判断されるまで)高速段側クラッチがスリップ制御を続け、クラッチの耐久性が損われる恐れがある。

【0139】そこで、この第2実施形態では、このような場合には第2変速の実行を中止し、第1変速までのダウンシフトに変更することにより、クラッチの耐久性を維持するようにしている。

【0140】このタイムチャートを図15に示す。

【0141】phase 3までは先の第1実施形態と同様である。ここで、シンクロ(D2)に切り換え指令を出した後、4速位置から2速位置に切り換えができないまま所定時間T5が経過した場合、タイミング不良等の何らかの理由で切り換えが完了できない事態が発生したと判定し、その時点(t15)で第2速段への第2変速を中止する。即ち、これ以降はphase 5に移行し、中間段(第3速段)までの変速とすべく高速段側のクラッチ(C1)の油圧が再び高められ、低速段側のクラッチ(C2)はドレンされたままとされる。その結果、タービン回転速度NTは中間段の同期回転速度NT3に収束する。

【0142】この制御は、以下のような制御フローによって実現される。先の実施形態と同一のステップには同じステップナンバーを図面上で付すこととし、変更点を中心に述べる。

【0143】まず、図16に示されるように、全体のフローチャートからシンクロ制御処理ルーチン(002)を外し、図17及び図18に示されるように、変速制御処理ルーチン001Aの中に002Aとして組み込むようにする。ここで、ステップ113の前に飛び越し変速フラグ1がオンか否かを判断するステップ140を設け、該ステップ140で飛び越し変速フラグ1がオンであり、且つ、ステップ141において後述するシンクロフェールフラグがオンであると判断されたときに、ステップ142に進んで変速出力段を1だけ加算し、変速判断段に変速出力段を代入する手順を追加する。

【0144】これにより、飛び越し変速中のシンクロ切り換え不良時に変速出力段を1段アップすることができ、第2変速をキャンセルすることが可能となる。

【0145】図19に(変速制御処理ルーチン001Aの中に組み込まれた)シンクロ制御処理のサブルーチン002Aの内容を示す。先の第1実施形態のサブルーチン002(図6)に対して、シンクロ移動タイマをクリア&スタートするステップ240を追加している。又、シンクロ移動完了でない場合に(ステップ208でN)、ステップ241に進んでシンクロ移動タイマが所定値T5以上か否かを確認し、所定値T5以上であった場合に「シンクロフェールフラグをオン、シンクロ出力段をシンクロ判断段に代入すると共にシンクロ判断段をシンクロ出力段に代入、シンクロ移動タイマクリア」の処理を実行するようにしている(ステップ242)。

【0146】これにより、シンクロに移動開始指令を出した後所定時間T5内にシンクロの移動が完了しない場合、シンクロの切り換え不良が発生したとしてシンクロフェールフラグをオンとし、シンクロを(移動前の)元の位置に戻すことができるようになる。

【0147】一方、油圧制御処理のサブルーチン003Aは、図20のようになる。先の第1実施形態との変更点は、ステップ301でパワーオンダウンシフトか否か

を判断する前に、ステップ340～343を追加したことである。

【0148】即ち、ステップ340でまず（フェール処理用の）phase 5か否かを確認し、phase 5であったときにはphase 5の処理を行う（ステップ343）。これに対しphase 5でなかったときには、ステップ341に進んで飛び越し変速フラグ1がオンか否かを確認し、もしオンであったときにはステップ342に進んでシンクロフェールフラグがオンであるか否かを判断する。もしオンであった場合にはフェール処理用のphase 5へ移行する。

【0149】なお、飛び越し変速フラグ1がオンでなかったときは、シンクロフェールの問題は生じないため、ステップ342はバイパスする。

【0150】これから後のステップは先の第1実施形態と同様である。

【0151】次に、図21を用いてフェール用のphase 5のサブルーチンについて説明する。

【0152】ステップ901にて変速禁止フラグとシンクロ移動禁止フラグをオンとし、ステップ902にてphase 5の終了条件が成立するか否かを判定する。ここでphase 5の終了条件は、下記4条件が全て成立することである。

【0153】a) タービン回転速度NTと低速段側同期回転速度（NT3）の偏差が所定値（零又は零に近い所定値）以下

b) 高速段側デューティ比（C2デューティ比）＝0%

c) 低速段側デューティ比（C1デューティ比）＝100%

d) ドレンタイマ（C2のドレンタイマ）が所定値T2以上

【0154】phase 5の終了条件が成立した場合、ステップ903にてphase を零にリセットし、変速禁止フラグをオフ、シンクロ移動禁止フラグをオフ、高速段側（C2）デューティ比duhを0%、低速段側（C1）デューティ比dulを100%、高速段側（C2）ファーストクイックフィルフラグをオフ、速度フィードバックフラグをオフとする処理を実施する。

【0155】一方、phase 5の終了条件が成立しない場合は、ステップ904にて高速段側（C2）デューティ比を0%とし、ステップ905にてタービン回転速度NTと低速段側同期回転速度（NT3）の偏差が所定値（零又は零に近い値）以下か否かを判定する。偏差が所定値以下の場合には、ステップ906にて低速段側（C1）デューティ比dulを100%とする。一方、偏差が所定値以上の場合には、ステップ907にて低速段側（C1）デューティ比を $\Delta DL3$ の速度でスウィープアップし、ステップ908にて100%ガード処理を実施する。

【0156】以上の処理により、飛び越し変速中のシン

クロ切り換えが所定時間T5以内に完了しない場合、phase 5の処理により中間段（第3速段）への（戻し）変速が可能となる。

【0157】なお、この第2実施形態では、phase 5の処理の追加により第2変速を中止するようにしていたが、変速制御処理のサブルーチンのステップ104におけるアップフラグをオンにできるようにし、擬似アップシフトを発生させることによってアップシフトロジックのタービン回転速度NTの低下速度のフィードバックにより中間段への変速を実行してもよい。

【0158】次に、本発明の第3実施形態（請求項3に係る実施形態）について説明する。この第3実施形態は、パワーオフ飛び越しダウンシフトに関する。

【0159】パワーオフ飛び越しダウンシフトは、運転者がエンジンブレーキを欲するためにシフトレバーを操作することにより発生される。従来は、パワーオンダウンシフトと同様に、この変速を第1変速、第2変速の2段階で実施していたため、全体の変速時間が長くなり、期待するタイミングでエンジンブレーキを得ることができないという問題が発生することがあった。

【0160】又、2回の変速ショックが発生し、不快感が感じられた。

【0161】本発明は、パワーオフ飛び越しダウンシフトにも応用が可能である。図22に本発明の第3実施形態に係る第4速段→第2速段のパワーオフ飛び越しダウンシフトのタイムチャートを示す。

【0162】このタイムチャートは、第4速段（高速段）及び第2速段（低速段）兼用の第2クラッチC2に対するデューティ比、第3速段（中間段）用の第1クラッチC1に対するデューティ比、タービン回転速度（＝自動変速機入力軸30の回転速度）NT、第2シンクロD2の切換状態、変速判断、変速出力、及び各フラグの相互の関係を示している。なお、図において太線はデューティ比を示し、細線は油圧を示している。デューティ比が100%のとき、各クラッチにライン圧が100%供給され、デューティ比が0%のとき、各クラッチの油圧が完全ドレンされる。

【0163】図22の左端の時刻t21で示す部分は、第2クラッチC2が完全係合し、且つ第1クラッチC1が完全解放している変速動作前の状態（第4速段が成立している状態）を示す。

【0164】この第4速段の状態から第2速段にパワーオフ飛び越しダウンシフトする変速判断があった場合、まず時刻t22で第2クラッチC2のデューティ比を0%とし、該第2クラッチC2を解放する。又、これと同時に、第1クラッチC1に係合させるべく期間T21だけデューティ比100%を出力し（いわゆるファーストクイックフィルと呼ばれる操作）、その後デューティ比をDL21にまで下げた状態でファーストクイックフィル完了タイマT24かせタイムアウトするまで（時刻t24

まで) 待機させる。このデューティ比 $DL21$ は、第1クラッチ $C1$ が容量を持たないぎりぎりの値である。

【0165】第2クラッチ $C2$ の解放により、(パワーオフ状態なので) タービン回転速度 NT が時刻 $t23$ 付近から低下を開始する。

【0166】一方、時刻 $t22$ からカウント開始されたドレンタイム $T22$ が時刻 $t24$ でタイムアウトしたことが検出されると、(第2クラッチ $C2$ が完全解放されたとして) 第2シンクロ $D2$ を4速位置から2速位置へと切換える指令が出される。この第2シンクロ $D2$ の切換指令をドレンタイム $T22$ が経過するまで待ってから開始させるようにしたのは、第2クラッチ $C2$ が少しでも容量を持っていると、第2シンクロ $D2$ の切換えに支障が出る恐れがあるためである。又、支障がない範囲で、できるだけ早く切換えを開始させるためである。

【0167】やがて、時刻 $t24$ でファーストクイックフィルの完了タイム $T24$ がタイムアウトすると、第1クラッチ $C1$ のデューティ比がそこから $\Delta DL22$ の割合で徐々に増大される。その結果、時刻 $t25$ においてタービン回転速度 NT の低下が収まり、その後はタービン回転速度 NT を所定の上昇速度 d/dt ($NT21$)で上昇させるように該クラッチ $C1$ のデューティ比がフィードバック制御される。

【0168】第1クラッチ $C1$ のデューティ比をこのようにしてフィードバック制御した結果、タービン回転速度 NT が第3速段(中間段)の同期回転速度 $NT3$ より $\Delta NT22$ だけ低い値にまで上昇してくる(時刻 $t26$)。この段階(時刻 $t26$)からタービン回転速度 NT が第3速段(中間段)の同期回転速度 $NT3$ より $\Delta NT20$ だけ小さい値になるまで(時刻 $t27$)、タービン回転速度 NT が所定の上昇速度 d/dt ($NT22$)で上昇するように、第1クラッチ $C1$ のデューティ比が更にフィードバック制御される。

【0169】時刻 $t28$ において、第2シンクロ $D2$ の切換えが完了したことが確認されると、ここで(第2変速の) 低速段側のクラッチである第2クラッチ $C2$ を再び係合させるべく、所定時間 $T21$ だけデューティ比 100% を出力し(ファーストクイックフィル)、その後ファーストクイックフィルの完了タイム $T24$ のタイムアウトまでデューティ比を $DL21$ に維持する。タイムアウト後は時刻 $t29$ から $\Delta DL21$ の速度でデューティ比を増大させ、第2クラッチ $C2$ を係合させていく。

【0170】この間、第1クラッチ $C1$ は、タービン回転速度 NT が第3速段の同期回転速度 $NT3$ より所定値 $\Delta NT20$ だけ小さい値を維持するようにフィードバック制御する操作が継続される。但し、第2クラッチ $C2$ が容量を持ち始めると、タービン回転速度 NT は第2速段の同期回転速度 $NT2$ に収束しようとして、第3速段の同期回転速度 $NT3$ を上回るようになるため、第1ク

ラッチ $C1$ のデューティ比は(フィードバック制御により) 自動的に 0% に向かい、時刻 $t30$ において $DH22$ にまで低下してくる。ここまで低下してくると、第1クラッチ $C1$ のデューティ比はしばらくこの値 $DH22$ を維持する。

【0171】一方、第2クラッチ $C2$ の方は、時刻 $t30$ よりタービン回転速度 NT の上昇速度が d/dt ($NT21$)となるようにフィードバック制御される。その結果、タービン回転速度 NT が第2速段の同期回転速度 $NT2$ より $\Delta NT22$ だけ低い値にまで上昇して来ると($t31$)、これ以降はタービン回転速度 NT の上昇速度が d/dt ($NT22$)となるようにフィードバック制御される。この結果、時刻($t32$)において、タービン回転速度 NT は第2速段の同期回転速度 $NT2$ (付近)にまで至るため、この時点で第1クラッチ $C1$ のデューティ比が 0% とされると共に、第2クラッチ $C2$ のデューティ比が 100% に固定される。なお、その後ドレンタイム $T24$ が起動され、該ドレンタイム $T24$ がタイムアウトした段階で完全に変速終了と判定される(時刻 $t33$)。

【0172】次に、この図22に示された変速制御を実際に行うためのフローチャートを図23～図34に示す。なお、このフローチャートは、図22を用いた示した第4速段から第2速段へのパワーオフ飛び越しダウンシフトのみならず、通常の(1段の) ダウンシフトや、第3速段→第1速段、あるいは第4速段→第1速段のパワーオフ飛び越しダウンシフトにも対応できるようになっている。但し、理解を容易にするため、適宜第4速段→第2速段のパワーオフ飛び越しダウンシフトが実行される場合を想定して具体的な説明をする。

【0173】これらのフローチャートによって実行しようとする制御の主な実体的内容については、既に図22を用いて説明済みであり、且つ、かなりの部分が前述したパワーオンでの飛び越しダウンシフトのそれと重複するため、主に異なっている部分を中心にその手順を概略的に説明する。

【0174】図23に示されるように、この一連の制御フローは、変速制御処理ルーチン(ステップ1001)、油圧制御処理ルーチン(ステップ1003)から主に構成される。なお、シンクロ制御処理ルーチン1002は、先の第2実施形態と同様に変速制御処理ルーチン1001の中に組み込まれている。まず、図24、25を用いて、このうちの変速制御処理ルーチン(ステップ1001)から説明する。

【0175】この図24、図25で示された変速制御処理ルーチンは、基本的に第2実施形態の図17及び図18と同様である。これと異なるところは、ステップ1108がパワーオフかどうか判断している点、ステップ1110でパワーオフダウンシフトの制御中か否かを判断している点、及びステップ1112において、飛び越し

変速フラグのみ(1に相当)をオンとし、飛び越し変速フラグ2に関する記載がないことの3点である。従って、図中の同一(又は同趣旨の)ステップに下3桁が同一の符号を付すに止どめ、重複説明を省略する。

【0176】図26に、この変速制御処理ルーチンに組み込まれたシンクロ制御処理(ステップ1002)のサブルーチンを示す。このサブルーチンは、先の第2実施例に係るシンクロ制御処理サブルーチン(図19)と基本的に同一である。従って、ここでも同一又は同趣旨のステップに下3桁が同一の符号を付すこととし、重複説明を省略する。

【0177】図27に、油圧制御処理(図23のステップ1003)のサブルーチンを示す。

【0178】このサブルーチンは、(第2実施形態ではなく)先の第1実施形態の油圧制御処理(図7)とはほぼ同一である。異なるところは、ステップ1314がphase 2かどうかを判定するのではなく、phase 1 Sかどうかを判定していること、及びステップ1315がmphase が2 Sかどうかを判定するのではなく、3かどうかを判定している点のみである。従って、図7の各ステップと同一又は同趣旨のステップに下3桁が同一の符号の付すに止どめ、重複説明を省略する。

【0179】なお、各phase の具体的な定義、あるいは範囲は、先の第1実施形態(あるいは第2実施形態)とは若干異なっている。変速の経過と共に実行される各phaseの番号は、図22の最上段に記載されている。

【0180】以下各phase の具体的な制御フローについて説明する。

【0181】図28にphase 1の処理に関するサブルーチンを示す。

【0182】この処理がスタートすると、まずステップ1451で変速禁止フラグがオンとされる。ステップ1452~1457は、飛び越しダウンシフト用のシンクロ移動に関するステップである。即ち、ステップ1452にて飛び越し変速を判断した場合、ステップ1453にてドレンタイムが所定時間T22以上か否かを判断し、ドレンタイムが所定時間T22に至らない場合はステップ1454に進んでシンクロ移動禁止フラグがオンとされシンクロ(第2シンクロD2)の移動が禁止される。一方、ドレンタイムが所定時間T22以上になったと判断された場合には、ステップ1455に進んでシンクロ移動禁止フラグがオフとされると共に、高速段側(C2)ファーストクイックフィル(FQF)フラグがオフとされる(時刻t24)。

【0183】ステップ1456では、シンクロの移動が完了したか否かが判断され、完了した段階で飛び越し変速フラグがオフとされると共に、シンクロ移動禁止フラグがオンとされる(ステップ1457)。

【0184】ステップ1458では、phase 1の終了条件が成立したか否かが判断される。

【0185】phase 1の終了条件は、「タービン回転速度NTが(低下状態から)上昇に転換」である。

【0186】終了条件が未成立の場合は、ステップ1460で再び飛び越し変速フラグがオンであることが確認され、(オンであった時に)高速段側(C2)デューティ比duhが0%になっていなければ(ステップ1461)、これを0%とすると共に(ステップ1462)、ドレンタイムをクリア・カウント開始する(ステップ1462)。なお、この時点では、第3速出力であるため、ステップ1317→1319(図27)の処理により、ここでのデューティ比duhは第2クラッチC2のデューティ比となる。以下括弧書きにてその時点で具体的に採用されるクラッチを併記する。

【0187】なお、ステップ1460で飛び越し変速フラグがオフになっていると判断されたときは、通常の(1段の)ダウンシフトを実行するべく、ステップ1463~1466で高速段側(C2)デューティ比duhをまずDH1まで低下させ、その後ΔDH1でゆっくりとスウィープダウンさせる(ステップ1464)。ステップ1466はデューティ比duhがこの段階で過度に下がり過ぎないようにするための下限ガード処理である。

【0188】ステップ1467~1475は低速段側(C1)デューティ比dulの制御に関する。ステップ1467では、該デューティ比dulのファーストクイックフィル(FQF)完了フラグがオンかどうか、ステップ1468ではFQF実施中フラグがオンかどうかを判定する。当初はファーストクイックフィルが未実施であるから、ステップ1467→1468→1469と進み、ステップ1469にて低速段側(C1)のFQFタイマをクリア・スタートする。又、その後ステップ1471に進んでFQF実施中フラグをオンとし、デューティ比dulを100%にしてファーストクイックフィルを開始する。

【0189】次の処理では、ステップ1468の判断がYESとなるため、ステップ1470に進む。ここではFQFタイマが所定値T21以上か否かが判断され、FQFタイマの値が所定値T21以上になるまではステップ1471に進んでファーストクイックフィルを継続し、所定値T21に達した段階でステップ1472に進んでdulのFQF実施中フラグをオフにすると共に、FQF完了タイマをクリア・スタートする。そしてこのFQF完了タイマが所定値T24以上となるまではステップ1476に進んでデューティ比dulをDL21に固定する(時刻t24')。この場合のDL21は、低速段側(C1)のクラッチがぎりぎりのトルク容量を持つレベルである。

【0190】やがて、FQF完了タイマが所定値T24以上となったら、ステップ1474に進んでFQF完了フラグをオンとし、低速段側(C1)デューティ比du

1を $\Delta D L 22$ の割合で増大させる。なお、このステップ1474でFQF完了フラグがオンとされることから、次回以降はステップ1467から直接ステップ1473へと進むようになる。ステップ1475では、デューティ比 $d u l$ の増大に関する上限ガード処理がなされる。

【0191】このステップ1474における増大が繰り返される結果、低速段側(C1)のクラッチが容量を持ち始め、タービン回転速度NTが(低下状態から)上昇状態に転じると(時刻 $t25$)、ステップ1458phase 1の終了条件が成立したとしてステップ1459に進み、phase が2に切り換えられると共に、低速段側(C1)のフィードバック制御を行うべく、その初期値設定や積分項のクリア処理がなされる。

【0192】図30にphase 2のサブルーチン処理のフローチャートを示す。

【0193】ステップ1551~1557の処理は前述したphase 1(図28)の処理と同一である。

【0194】ステップ1558ではphase 2の終了条件が成立したか否かが判断される。phase 2の終了条件は、「タービン回転速度NT \geq 低速段(中間段:第3速段)の同期回転速度NT3-所定値 $\Delta N T 22$ 」である。

【0195】この終了条件が成立する前は(飛び越し変速フラグがオンであることを条件として(ステップ1560)、ステップ1561で高速段側(C2)デューティ比 $d u h$ を0%に維持したまま、ステップ1563でタービン回転速度NTの上昇速度が $\Delta d / d t$ (NT21)となるようにフィードバック制御により低速段側(C1)デューティ比 $d u l$ が決定される(ステップ1563)。なお、(事情が変わって)ステップ1560で飛び越し変速フラグがオフに変わったと判断された場合には、ステップ1562に進んで高速段側(C2)デューティ比 $d u h$ がDH2に設定される。

【0196】やがて、ステップ1558でphase 2の終了条件が成立したと判断されると、ステップ1559に進みphase が3に切り換えられる。

【0197】図31にphase 3のサブルーチン処理のフローチャートを示す。

【0198】ステップ1651~1657は、phase 1(図28)のステップ1451~1457、あるいはphase 2(図30)のステップ1551~1557と同様である。

【0199】ステップ1658では飛び越し変速フラグオン時の終了条件が成立したか否かが判定される。ここで飛び越し変速フラグオン時の終了条件は下記のとおりである。

【0200】①飛び越し変速フラグオン

②シンクロ移動中フラグオフ

③シンクロ移動完了フラグオン

④シンクロ移動禁止フラグオン

【0201】ステップ1658で飛び越し変速フラグオン時の終了条件が未成立のときはステップ1760に進んでphase 3の終了条件が成立したかどうか判定される。phase 3の終了条件は、

①タービン回転速度NT \geq 低速段(中間段:第3速段)の同期回転速度NT3-所定値 $\Delta N T 20$

②飛び越し変速フラグオフである。この飛び越し変速フラグオフという条件は、シンクロ(第2シンクロD2)の移動が完了したときに成立するものであるため、結局該シンクロの切り換え完了がphase 3の終了条件の必須要件となる(時刻 $t28$)。

【0202】phase 3の終了条件が成立するまでは、ステップ1662に進み飛び越し変速フラグがオンの場合はステップ1663に進んで高速段側(C2)のデューティ比 $d u h$ を0%とし、飛び越し変速フラグがオフの場合は該デューティ比 $d u h$ をDH2に維持する(ステップ1664)。

【0203】又、ステップ1665で速度フィードバックフラグがオンとなったか否かの判定をし、オンとなるまではステップ1666に進んでタービン回転速度NTが低速段(中間段:第3速段)の同期回転速度NT3-所定値 $\Delta N T 20$ よりも大きくなるまでは、該タービン回転速度NTが $\Delta d / d t$ (NT22)となるようにフィードバック制御により低速段側(C1)デューティ比 $d u l$ が決定され、(ステップ1666→1668)、大きくなった時点で速度フィードバックフラグがオンとされ、以降はタービン回転速度NTが低速段側同期回転速度NT3-所定値 $\Delta N T 20$ となるようにフィードバックにより該デューティ比 $d u l$ が決定される(ステップ1667)。

【0204】この段階では、phase 3の終了条件(ステップ1660)より飛び越し変速フラグオン時の終了条件(ステップ1658)のほうが先に成立するため、この飛び越し変速フラグオン時の終了条件が成立した段階でステップ1659に進みphase が1Sに切り換えられると共に、変速禁止フラグが(一時的に)オフとされる。

【0205】図32、33にphase 1Sのサブルーチン処理のフローチャートを示す。

【0206】ステップ1751~1757はphase 1(図28)のステップ1451~ステップ1457と同一である。なお、ステップ1751で禁止フラグが再びオンとされるため、結局変速禁止フラグはphase 3~phase 1Sに切り換えられるときだけ一時的にオフとされることになり、この一時的なオフにより変速制御処理サブルーチン(図25)においてステップ1113でYESの判定が出される。この結果ステップ1118を経由することによって変速出力が第2速段出力に変更され、この変更により油圧制御処理ルーチン(図27)でステップ1317がYESの判定に切り換わるため、ステッ

プ1318の処理により以降高速段側デューティ比 $d u h$ がC1デューティ比、低速段側デューティ比 $d u l$ がC2デューティ比に定義し直されることになる。

【0207】ステップ1758では、phase 1 Sの終了条件が成立したか否かが判定される。phase 1 Sの終了条件は、

①低速段側(変速出力が切換わっているため、これ以降は低速段側は第2クラッチC2)のファーストクイックフィルが完了、及び

②低速段側(C2)が容量を持ち始めたことの検出(例えばタービン回転速度NTの上昇速度が所定値以上)、である。

【0208】phase 1 Sの終了条件が成立しないうちは、ステップ1760～1763の処理を継続する。この処理は、先のphase 3のステップ1665～1668の処理と同一である。

【0209】但し、デューティ比の定義が切換わっているため、ステップ1667、1668(図31)のデューティ比 $d u l$ はステップ1762、1763(図32)ではそれぞれ $d u h$ に書替えられている。

【0210】ステップ1767～1776は、phase 1(図29)におけるステップ1467～1476と同様の制御フローである。但し、ここでも、制御フロー自体は同様であるが、変速出力が切換わっていることから、phase 1においてはデューティ比 $d u l$ はC1デューティ比を意味していたが、このphase 1 S(図33)では、同じ $d u l$ でもC2をデューティ比意味していることになる。

【0211】やがて、ステップ1758でphase 1 Sの終了条件が成立したと判断されると、ステップ1759に進み、phase が再び2に設定され、低速段側(C2)デューティ比 $d u l$ をフィードバック制御するべく、その初期値の設定、積分項のクリア、を実行すると共に、飛び越し変速フラグをオフにリセットする。

【0212】再度実行されるphase 2(再び図30)での処理は、デューティ比 $d u h$ 、 $d u l$ がこの段階では先に実施していたときと対応するクラッチが逆になること、及び先の段階ではステップ1560で飛び越し変速フラグが(一般に)オンと判断されるため、ステップ1561に進んで高速段側(C2)デューティ比 $d u h$ が0%にされたが、この段階でのphase 2の処理では、前述したようにphase 1 Sから移行してくる際にステップ1759(図32)において、飛び越し変速フラグがオフにリセットされているため、ステップ1560から1562側に進み、高速段側(切替わってC1)デューティ比 $d u h$ が所定値DH22に設定されることが具体的な処理として異なる点となる。

【0213】又、ステップ1558における終了条件の成立自体も先の段階とフロー上は同様であるが、具体的には低速段側の同期回転速度は先の例では第3速段(中

間段)の同期回転速度であったが、この時期においては第2速段の同期回転速度を意味することになる。

【0214】このphase 2の終了条件が成立すると、ステップ1559を経て再びphase 3が繰り返される。ここでのphase 3も図31を用いて既に説明した制御フローと全く同一である。但し、具体的な処理として、この段階ではステップ1658において飛び越し変速フラグオン時の終了条件が(飛び越し変速フラグがオフであるため)成立しないと判断され、ステップ1660でのphase 3終了条件の成立を経てステップ1661に進むようになる。そのため、ステップ1661においてphase が4に切換えられ、高速段側(切換わってC1)デューティ比 $d u h$ が0%、低速段側(切換わってC2)デューティ比 $d u l$ が100%に固定されると共に、ドレンタイマがクリア・スタートされる。

【0215】図34にphase 4のサブルーチン処理を示す。

【0216】このphase 4では、ステップ1851において、該phase 4の終了条件が成立したか否かが判断される。この終了条件は、ドレンタイマが所定値T25以上、である。ここで、所定値T25としては、高速段側(C1)デューティ比 $d u h$ に0%を出力後、該高速段側(C1)が完全にドレンされるまでの時間が設定される。

【0217】この時間が経過するまでは、ステップ1853で高速段側(C1)デューティ比 $d u h$ が0%、低速段側(C2)デューティ比 $d u l$ が100%に維持され、該条件が成立した段階でステップ1852に進み、最終的な処理を行う。即ち、phase が零にリセットされ、高速段側(C1)デューティ比 $d u h$ が0%、低速段側(C2)デューティ比 $d u l$ が100%にそれぞれ固定され、高速段側(C1)FQF完了フラグがオフ、変速禁止フラグがオフとされると共に、シンクロ移動禁止フラグもオフとされる。

【0218】以上の処理により、例えば第4速段から第2速段へのパワーオフ飛び越しダウンシフトが、図22のタイムチャートで示されたような経過を辿って実行されることになる。

【0219】なお、この制御フローは、前述したように、例えば第3速段から第1速段へのパワーオフ飛び越しダウンシフトや、第4速段から第1速段へのパワーオフ飛び越しダウンシフトにも適用できるようになっている。参考までに、この制御フローに従って第4速段から第1速段へのパワーオフ飛び越しダウンシフトが実行される際のタイムチャートを、図35に示す。

【0220】各phase における具体的な処理、特に変速出力に依存して高速段側デューティ比 $d u h$ と低速段側デューティ比 $d u l$ が切替えられる処理等については、既に詳述済みであるため、ここでは重複説明を省略する。

【0221】この実施形態では、タービン回転速度の上昇を、該上昇速度が所定値となるようにフィードバック制御しているため、非常に円滑にタービン回転速度を上昇させていくことができる。

【0222】又、変速出力と同時に第1変速の高速段側クラッチ油圧を完全解放し、所定時間後にシンクロの切換えを実施しているため、変速時間の短縮を図ることができる。又、この所定時間として第1変速の高速段側クラッチのドレン時間を考慮するようにしているため、変速時間の短縮を図りながら、切換え指令が早すぎたことによるシンクロ切換え不良等の問題が発生するのを確実に防止している。

【0223】更に、シンクロの切換え完了までタービン回転速度が第1変速の低速段同期回転速度ー所定値に維持されるように第1変速の低速段側クラッチ油圧によりフィードバック制御するようにしたため、該第1変速の低速段側クラッチ（中間段クラッチ）が完全係合するときのショックや、第2変速に入ってこのクラッチが解放するときのショックが発生するのを防止できる。

【0224】

【発明の効果】以上説明したとおり、本発明によれば、パワーオン及びパワーオフのいずれの場合においても、いわゆるツインクラッチタイプにおける自動変速機の飛び越しダウンシフトを小さな変速ショックで、且つ迅速に実行することができるようになるという優れた効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を、ツインクラッチタイプのパワーオン飛び越しダウンシフトに適用した際の制御特性を示すタイムチャート

【図2】本発明が適用された車両用自動変速機の概略を示すブロック図

【図3】上記自動変速機の各摩擦係合装置の係合状態及びシンクロ機構の切換え状態を示す線図

【図4】前記自動変速機においてパワーオン飛び越しダウンシフトを実行するためにコンピュータにおいて処理される制御（第1実施形態）を示すフローチャート

【図5】図4における変速制御処理サブルーチンを示すフローチャート

【図6】図4におけるシンクロ制御処理サブルーチンを示すフローチャート

【図7】図4における油圧制御処理サブルーチンを示すフローチャート

【図8】図7におけるphase 1のサブルーチン処理を示すフローチャート

【図9】図7におけるphase 2のサブルーチン処理を示すフローチャート

【図10】図7におけるphase 2Sのサブルーチン処理を示すフローチャート

【図11】図7におけるphase 3のサブルーチン処理を

示すフローチャート

【図12】図7におけるphase 4のサブルーチン処理を示すフローチャート

【図13】図12のphase 4の続きを示すフローチャート

【図14】第1実施形態に係るフローチャートを用いて第4速段→第1速段のパワーオン飛び越しダウンシフトが実行されるとき制御特性を示すタイムチャート

【図15】本発明の第2実施形態に係る制御特性を示すタイムチャート

【図16】第2実施形態を実行するためにコンピュータにおいて処理される制御フローを示すフローチャート

【図17】図16における変速制御処理サブルーチンを示すフローチャート

【図18】図17の続きを示すフローチャート

【図19】図18におけるシンクロ制御処理のサブルーチンを示すフローチャート

【図20】図16における油圧制御処理のサブルーチンを示すフローチャート

【図21】図20におけるphase 5のサブルーチン処理を示すフローチャート

【図22】本発明を、パワーオフ飛び越しダウンシフトに適用した際の制御特性（第3実施形態）を示すタイムチャート

【図23】第3実施形態を実行するためにコンピュータにおいて処理される制御フローを示すフローチャート

【図24】図23における変速制御処理サブルーチンを示すフローチャート

【図25】図24の続きを示すフローチャート

【図26】図23におけるシンクロ制御処理サブルーチンを示すフローチャート

【図27】図23における油圧制御処理のサブルーチンを示すフローチャート

【図28】図27におけるphase 1のサブルーチン処理を示すフローチャート

【図29】図28の続きを示すフローチャート

【図30】図27におけるphase 2のサブルーチン処理を示すフローチャート

【図31】図27におけるphase 3のサブルーチン処理を示すフローチャート

【図32】図27におけるphase 1Sのサブルーチン処理を示すフローチャート

【図33】図32の続きを示すフローチャート

【図34】図27におけるphase 4のサブルーチン処理を示すフローチャート

【図35】第3実施形態に係るフローチャートにおいて第4速段→第1速段のパワーオフ飛び越しダウンシフトが実行される際の制御特性を示すタイムチャート

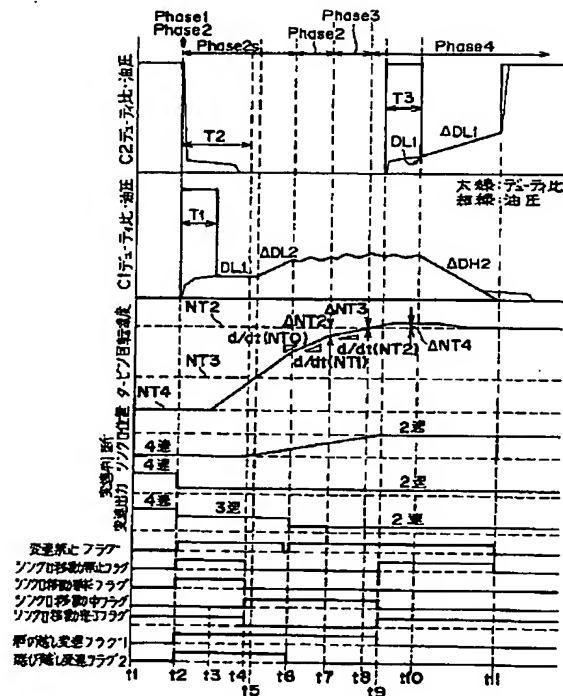
【符号の説明】

C1…第1クラッチ

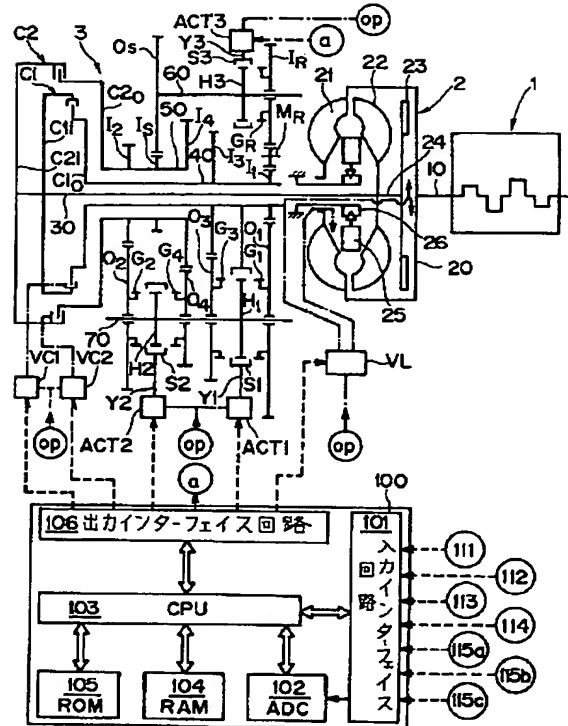
C2…第2クラッチ
NT…タービン回転速度
20…油圧制御装置

30…コンピュータ
40…各種センサ群
D1~D3…シンクロ(機構)

【図1】



【図2】



【図3】

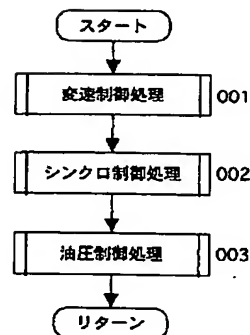
(A)

ギヤ段	C1	C2	S1			S2			S3	
			1	N	3	2	N	4	N	R
第1速度段	○		○			▽	○		○	
第2速度段		○	△	○	▽	○			○	
第3速度段	○				○	△	○	▽	○	
第4速度段		○		○	△			○	○	
後進段		○	○				○			○

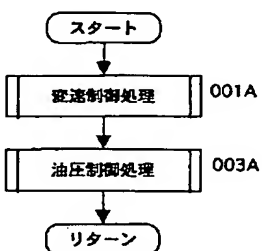
(B)

No.	変速判断段	出力軸回転数	シンクロ位置
1	1速	<No1	1-N
2		≥No1	1-2
3	2速	<No2	1-2
4		≥No2	2-3
5	3速	<No3	2-3
6		≥No3	3-4
7	4速	—	3-4

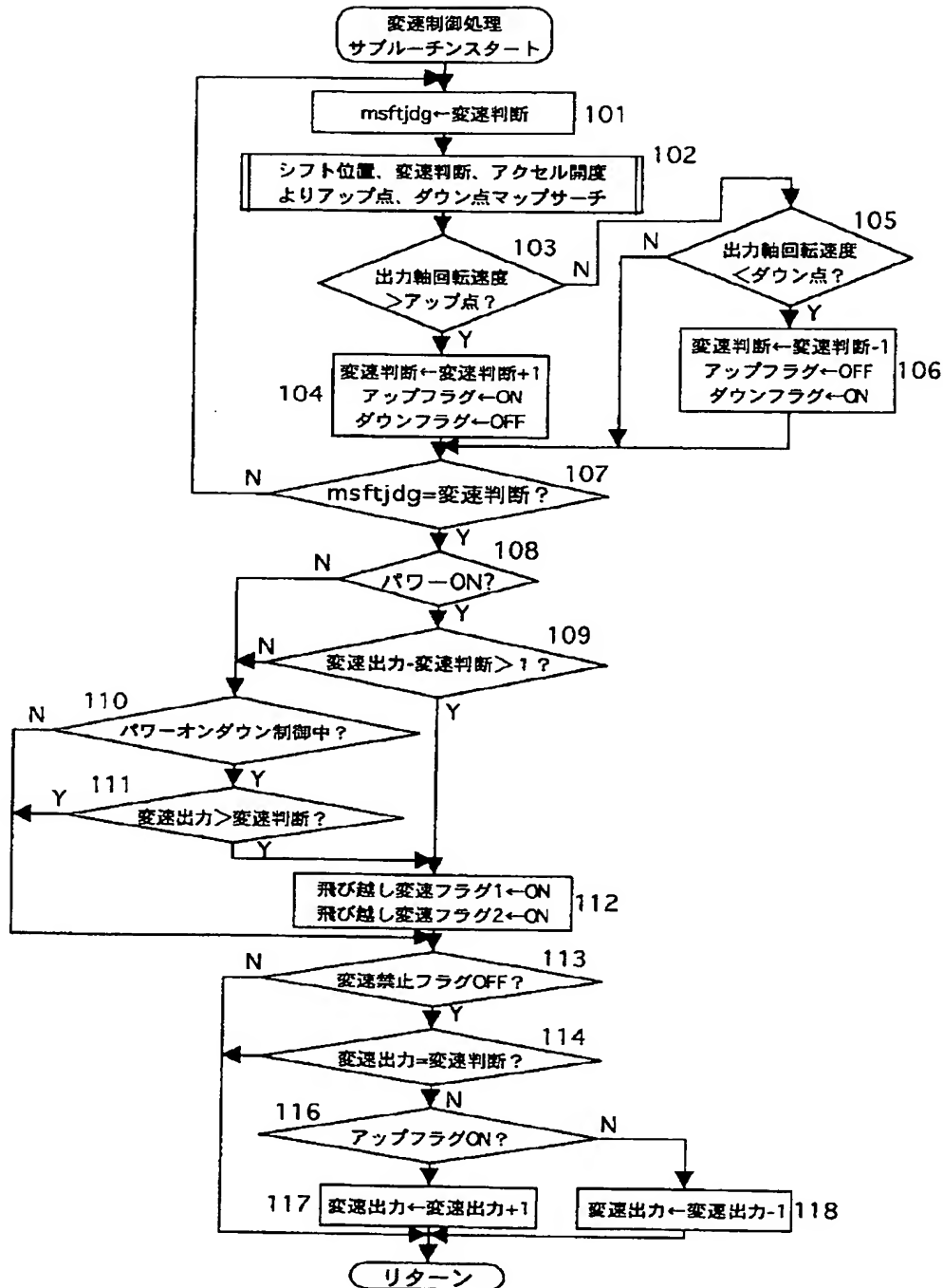
【図4】



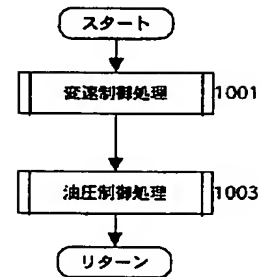
【図16】



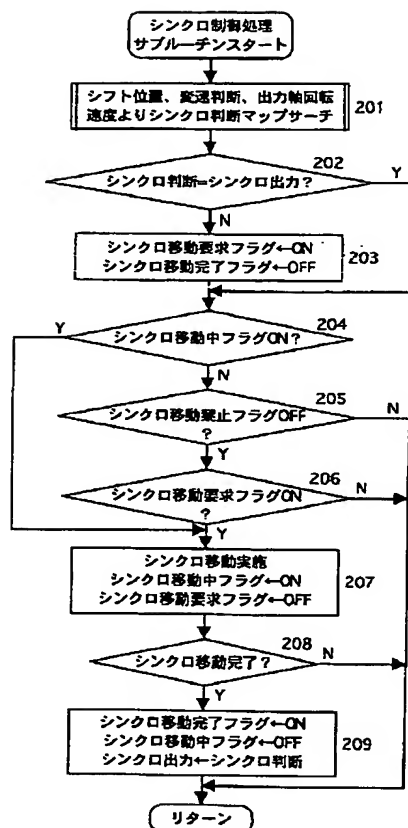
【図5】



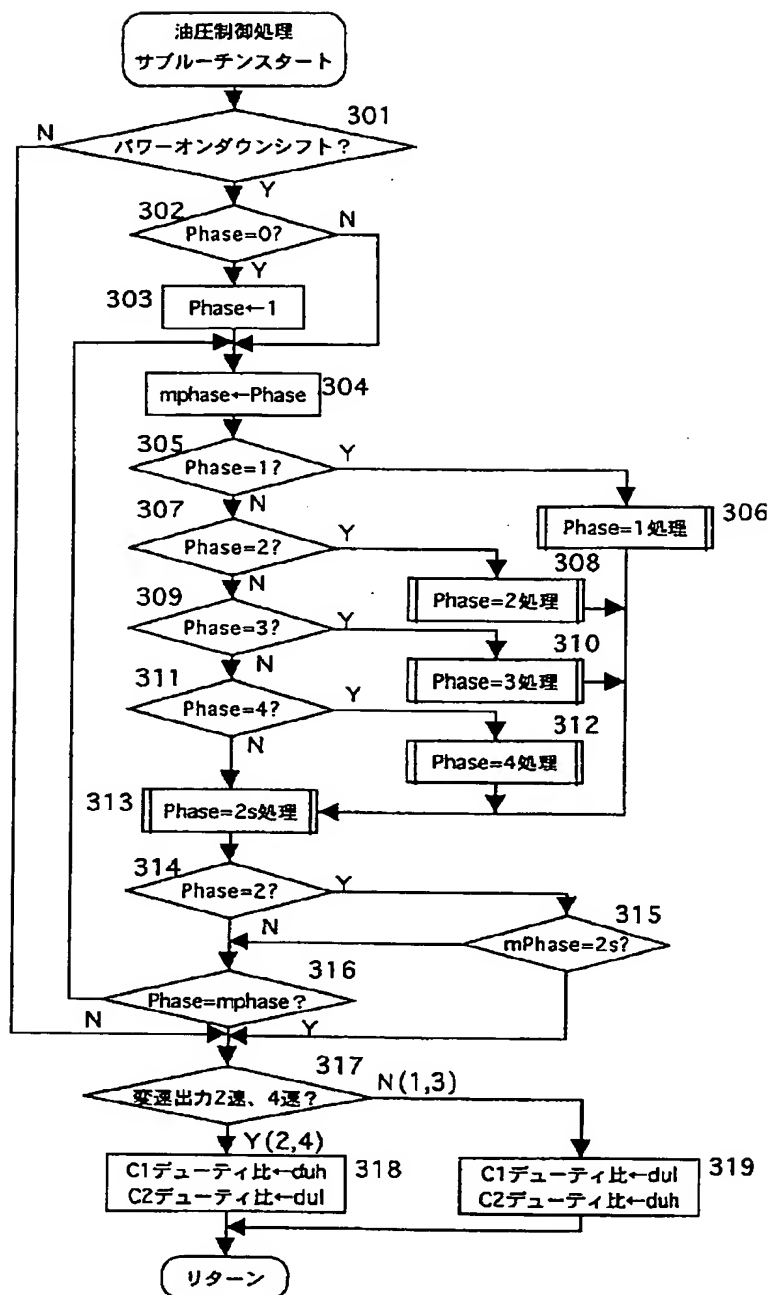
【図23】



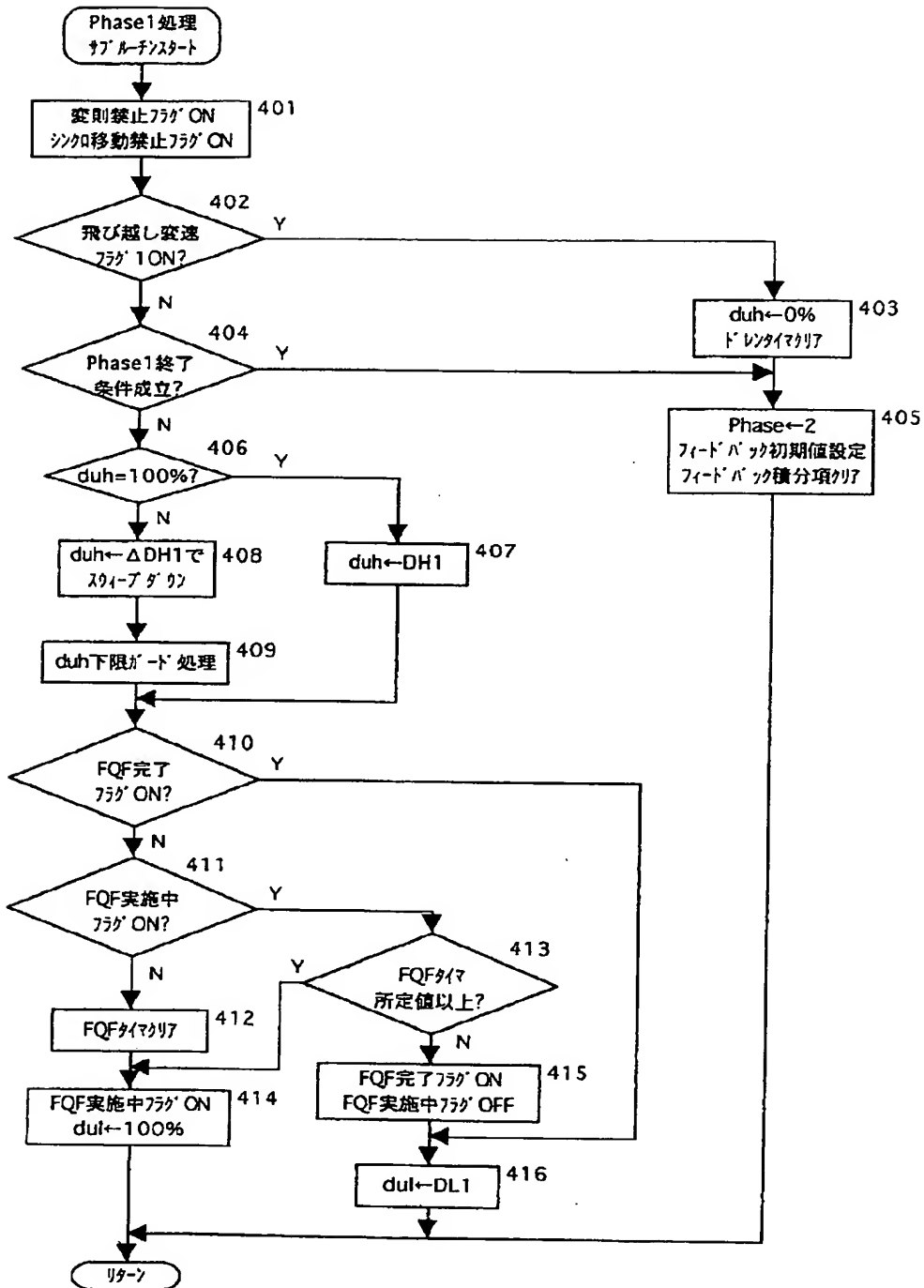
【図6】



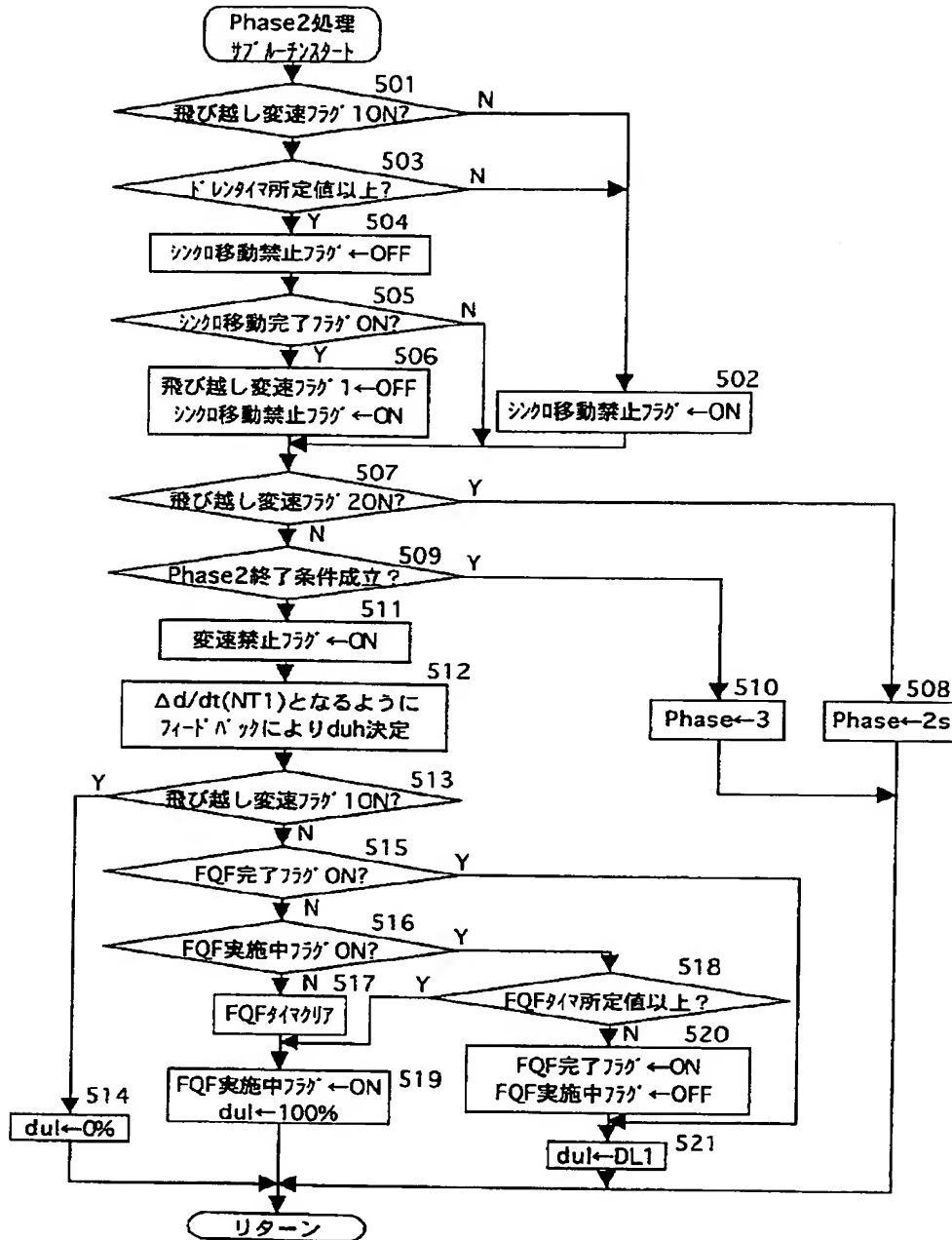
【図7】



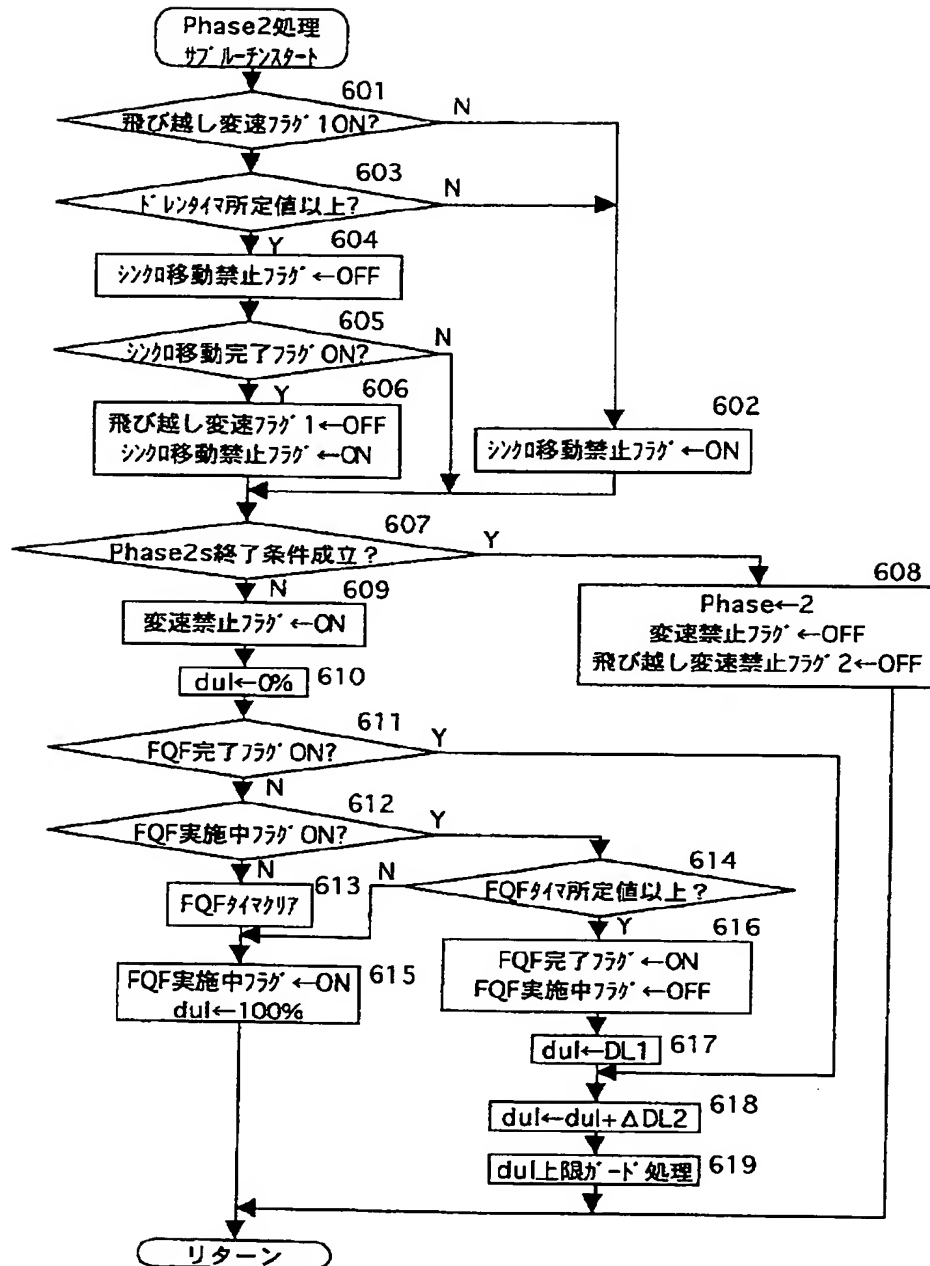
【図8】



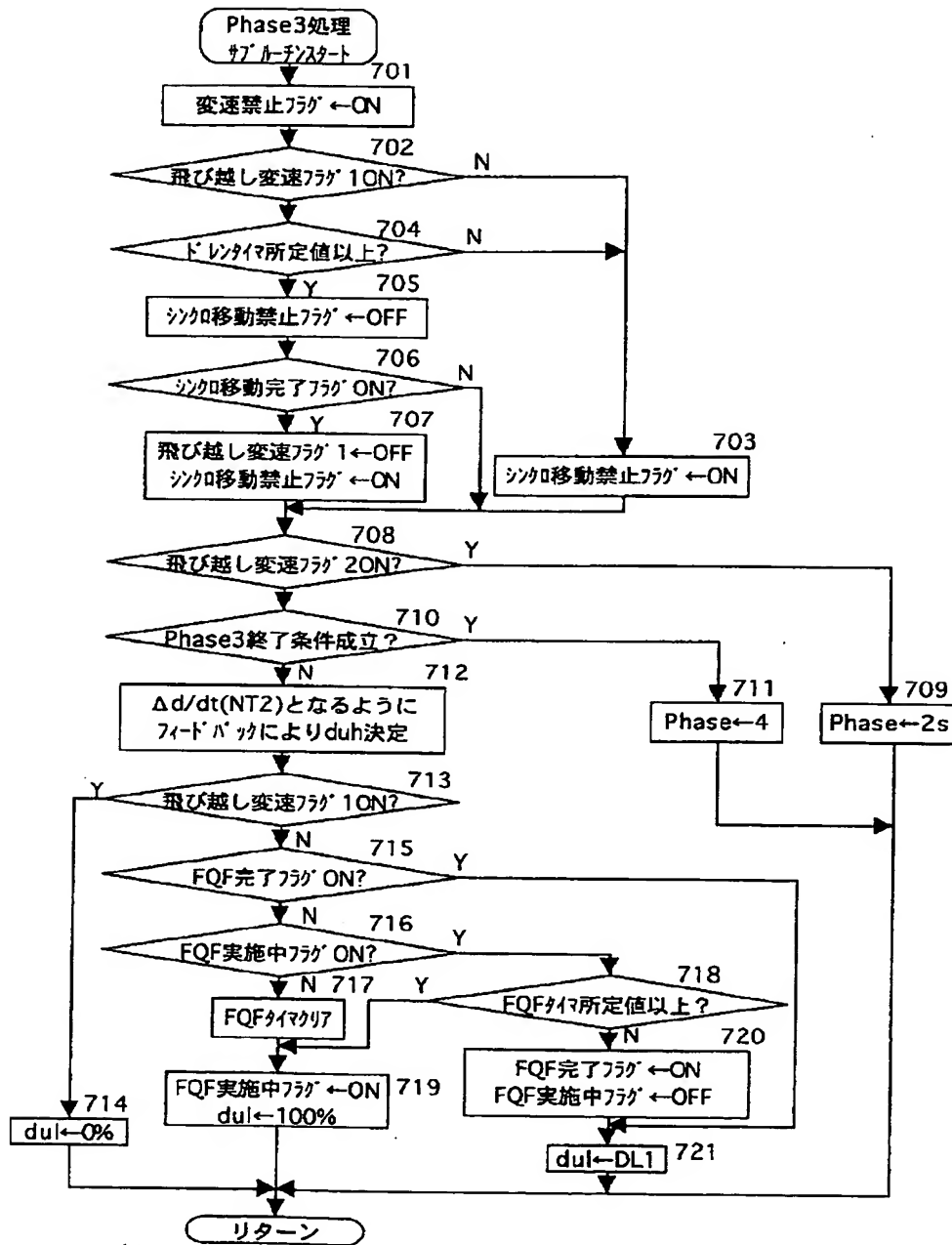
【図9】



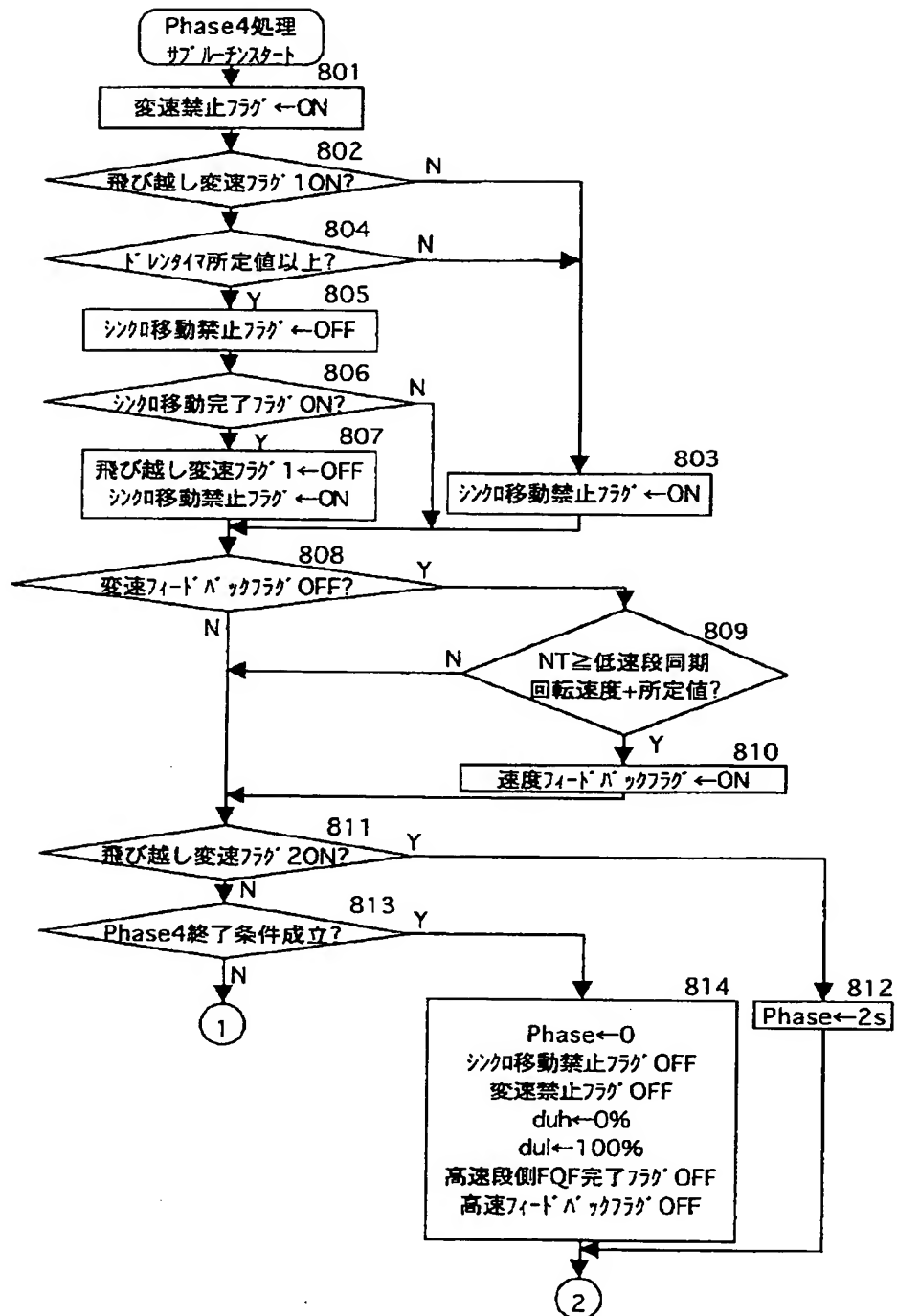
【図10】



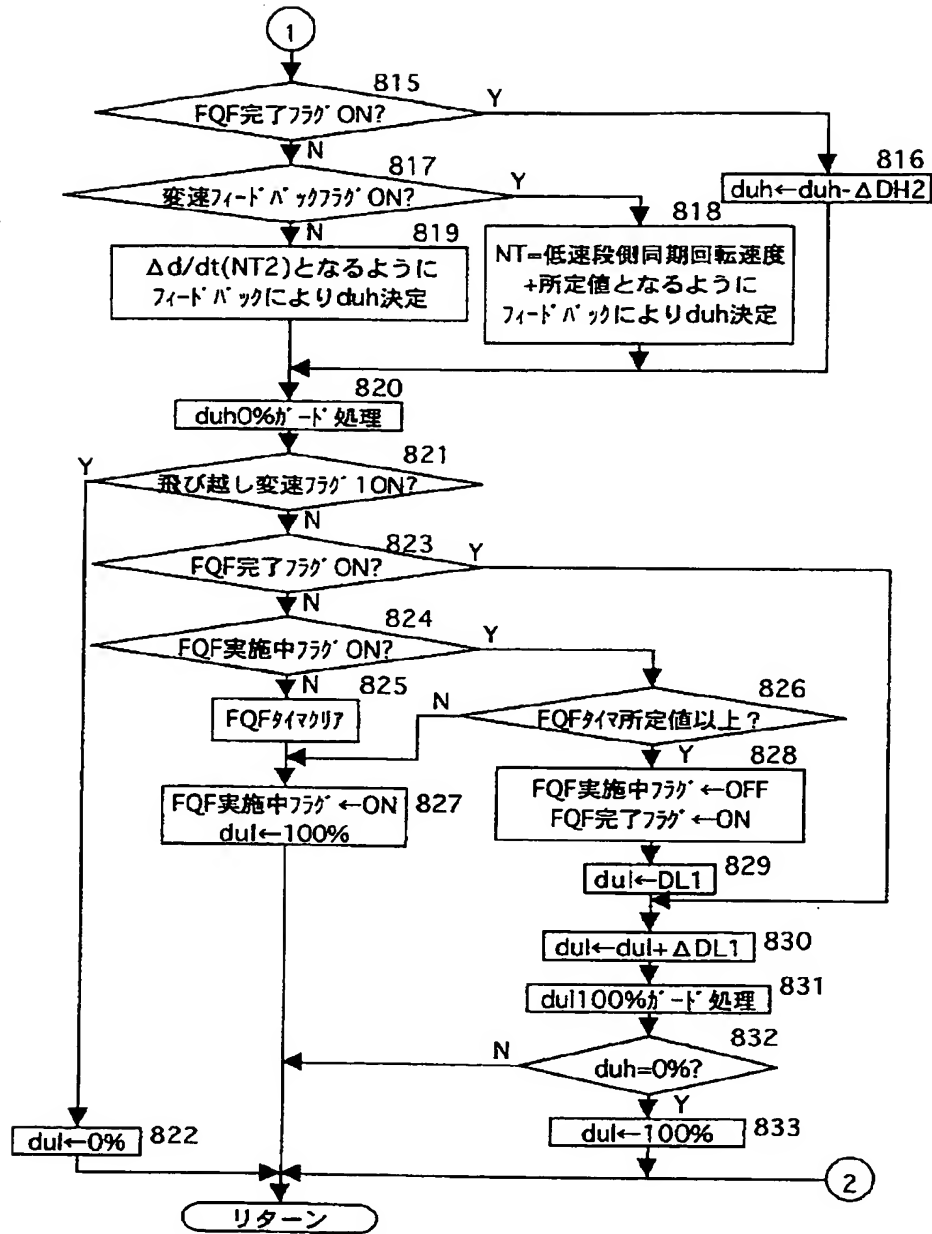
【図11】



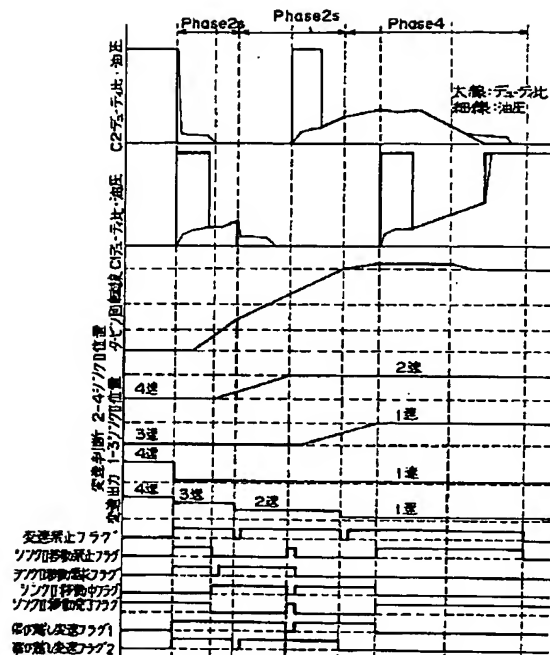
【図12】



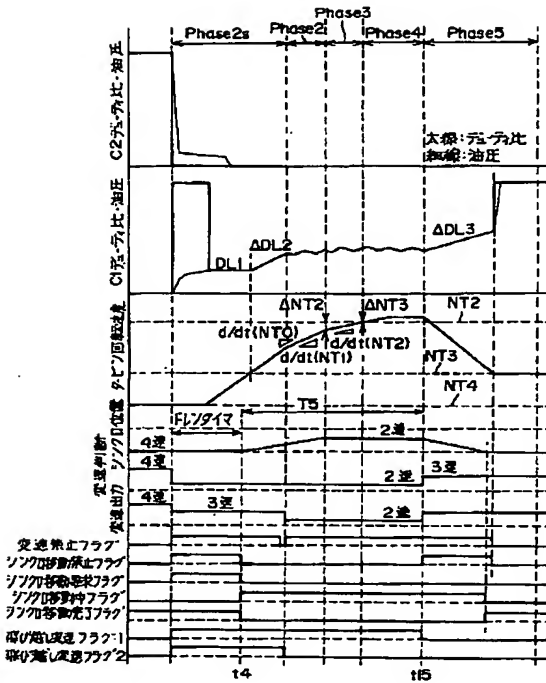
【図13】



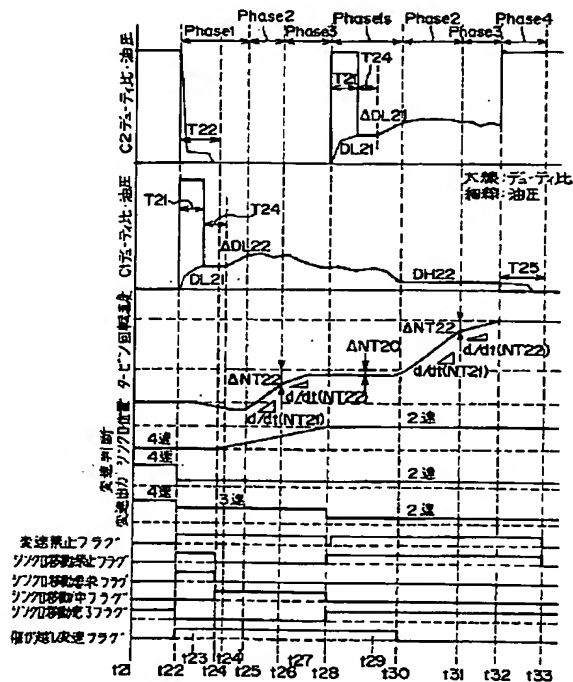
【図14】



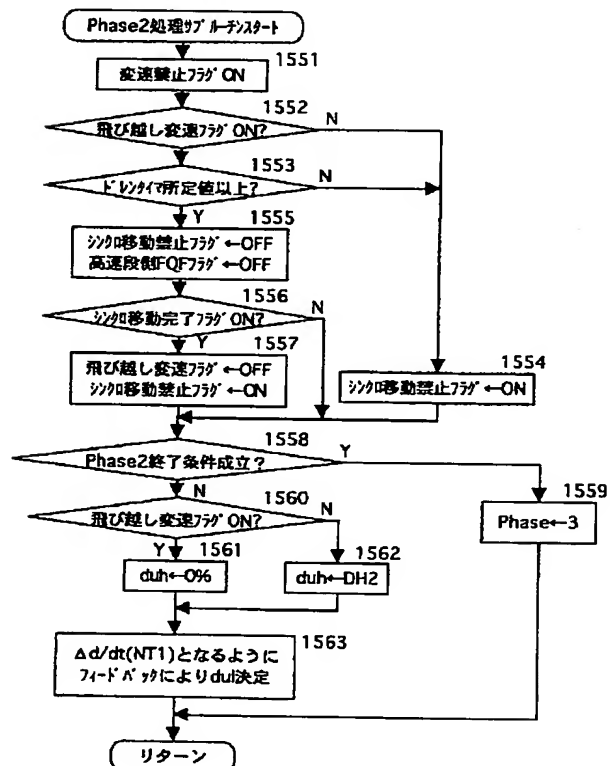
【図15】



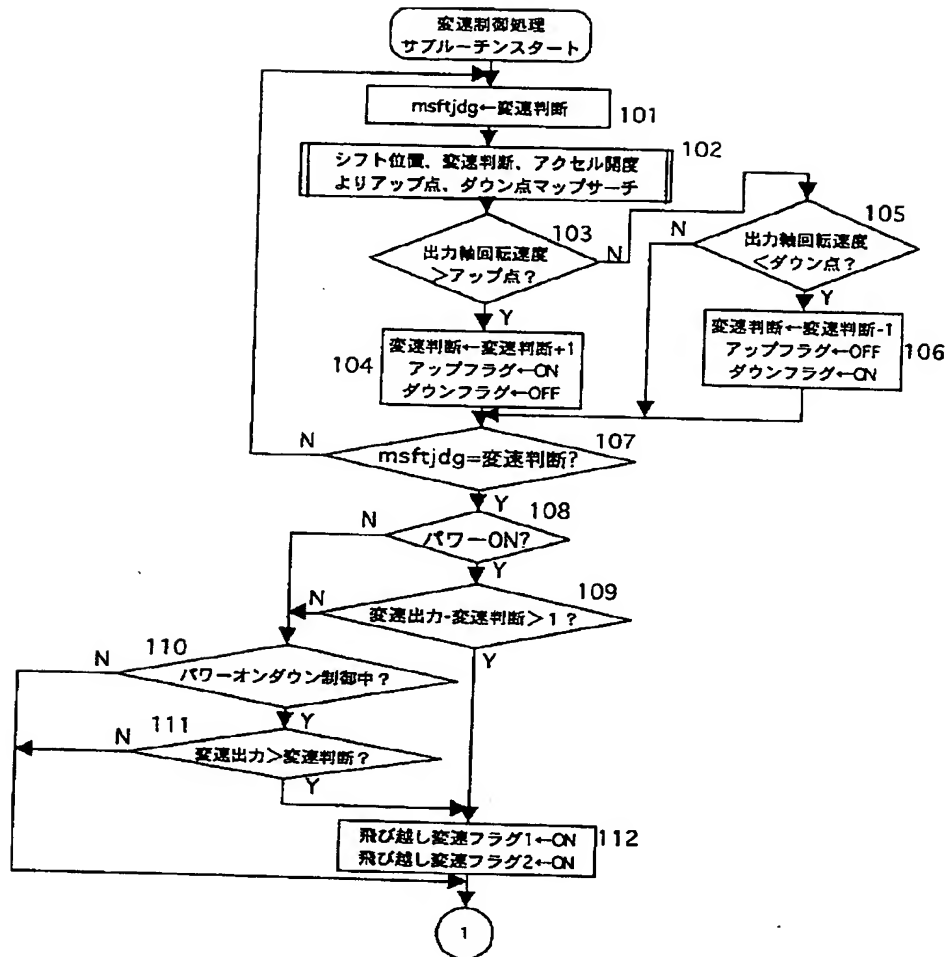
【図22】



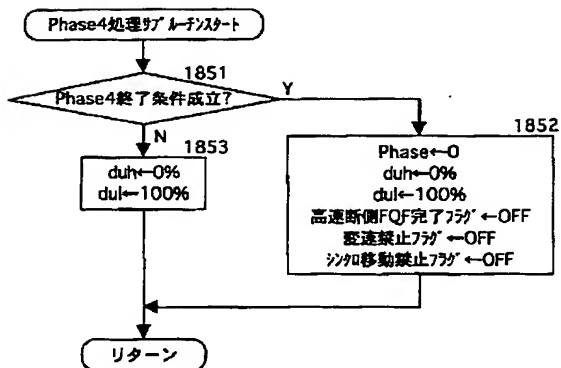
【図30】



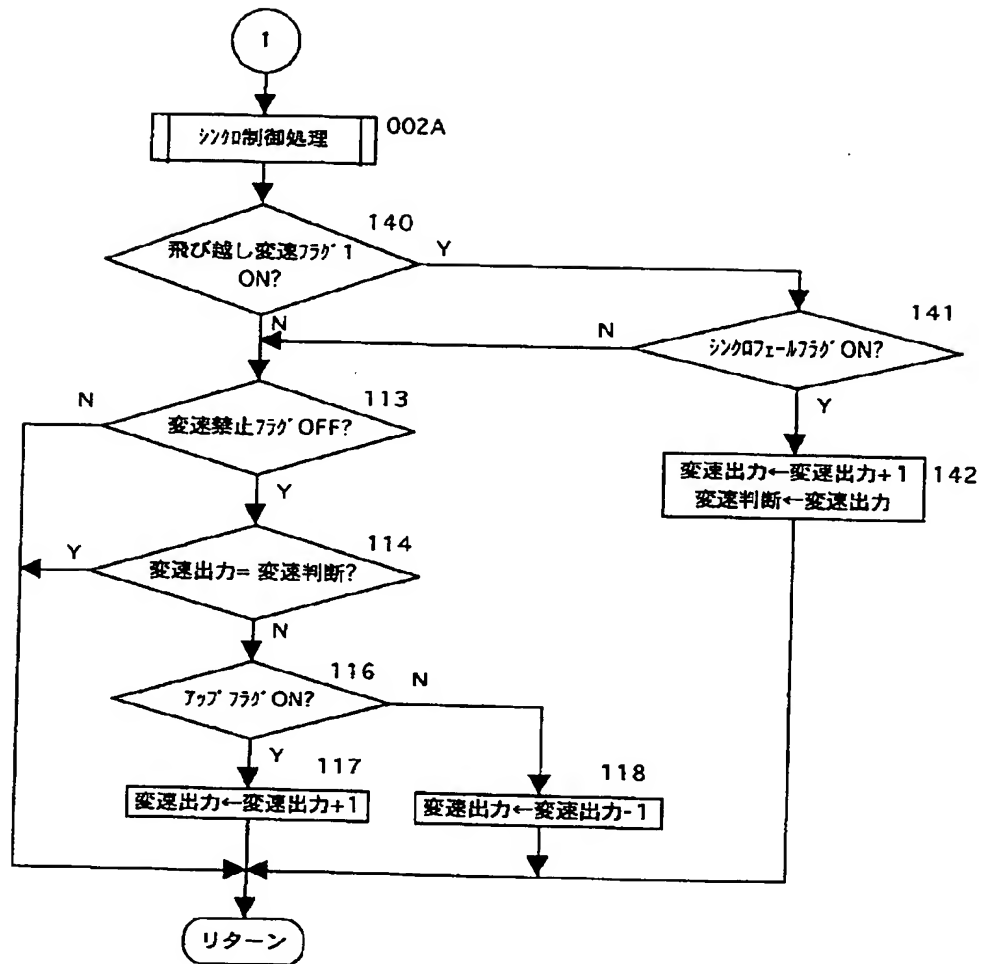
【図17】



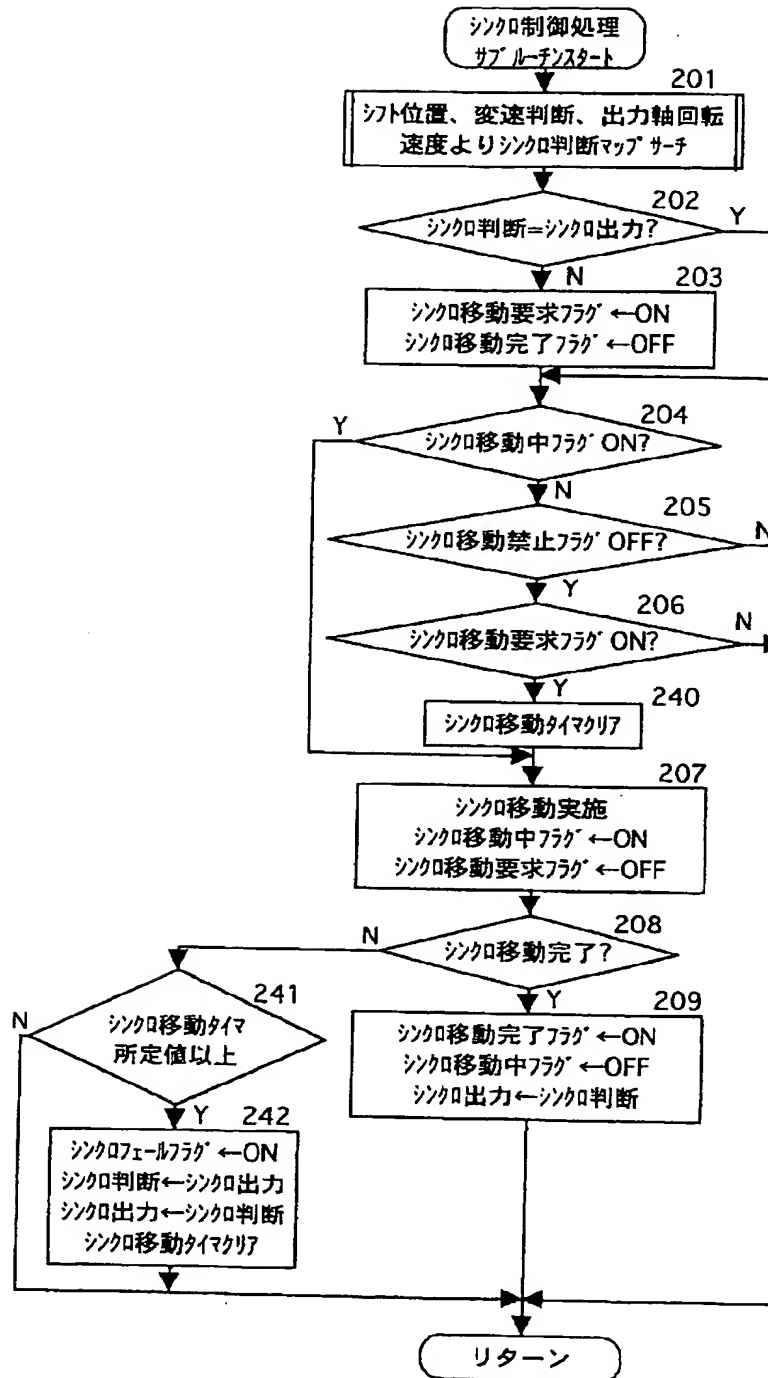
【図34】



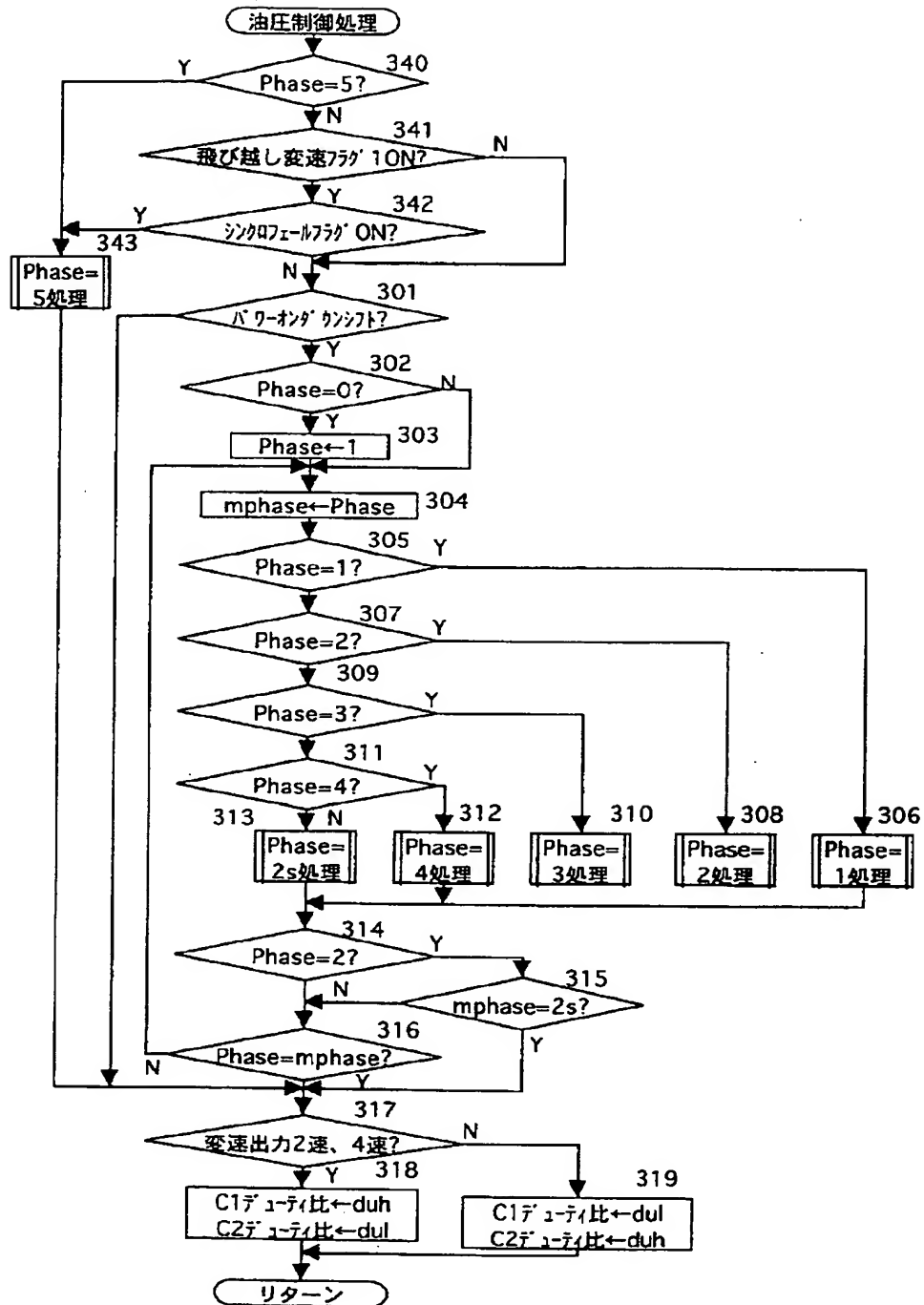
【図18】



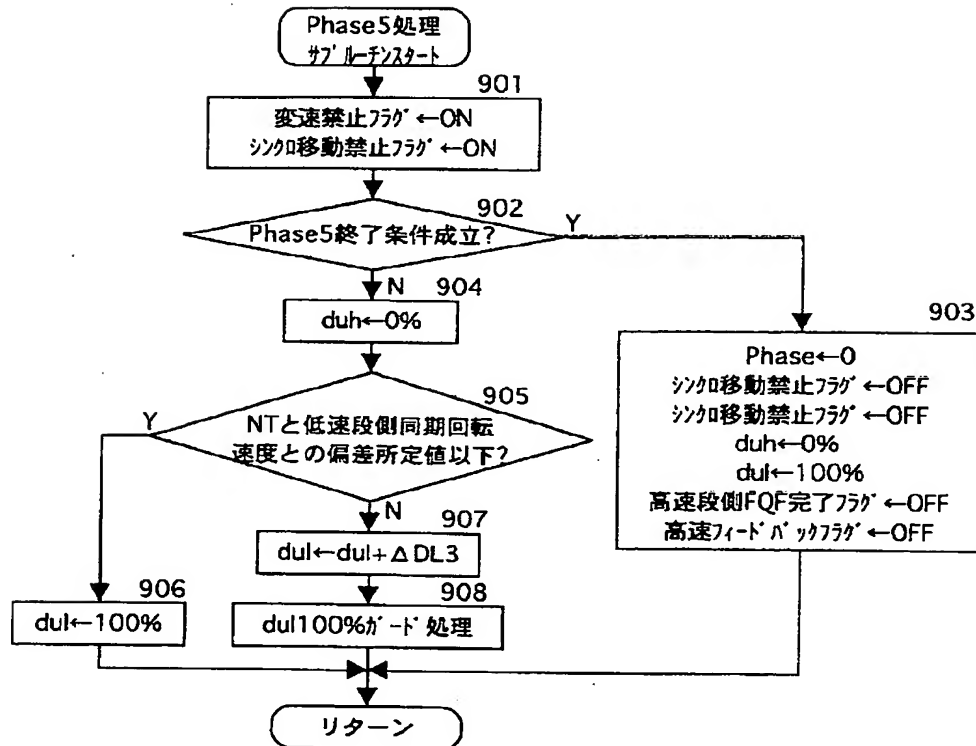
【図19】



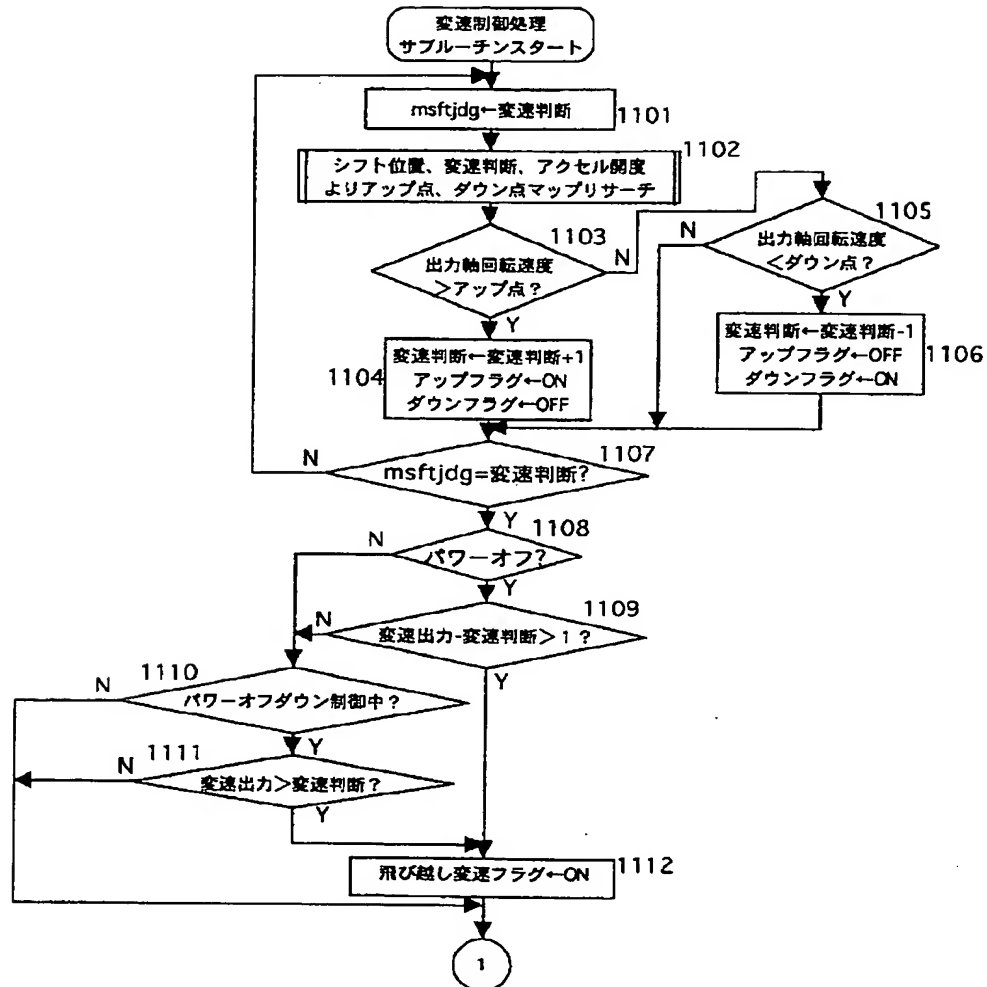
【図20】



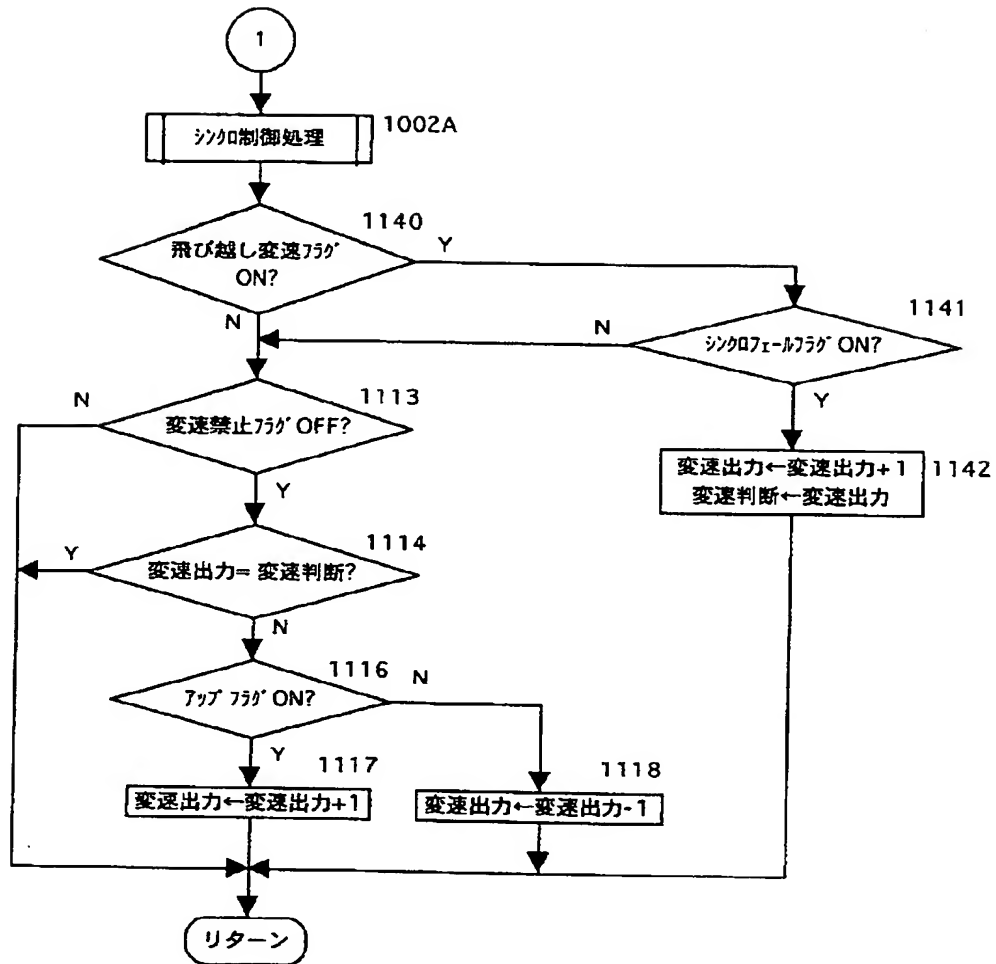
【図21】



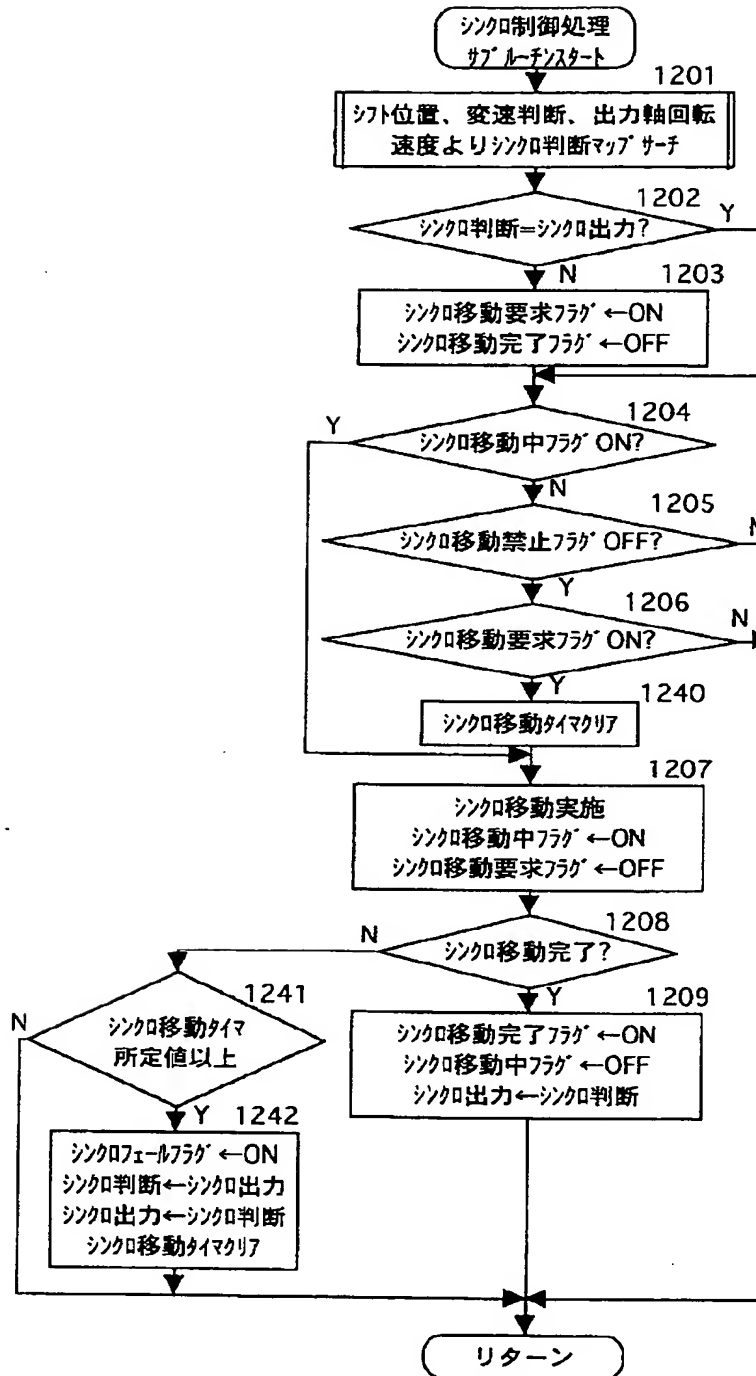
【図24】



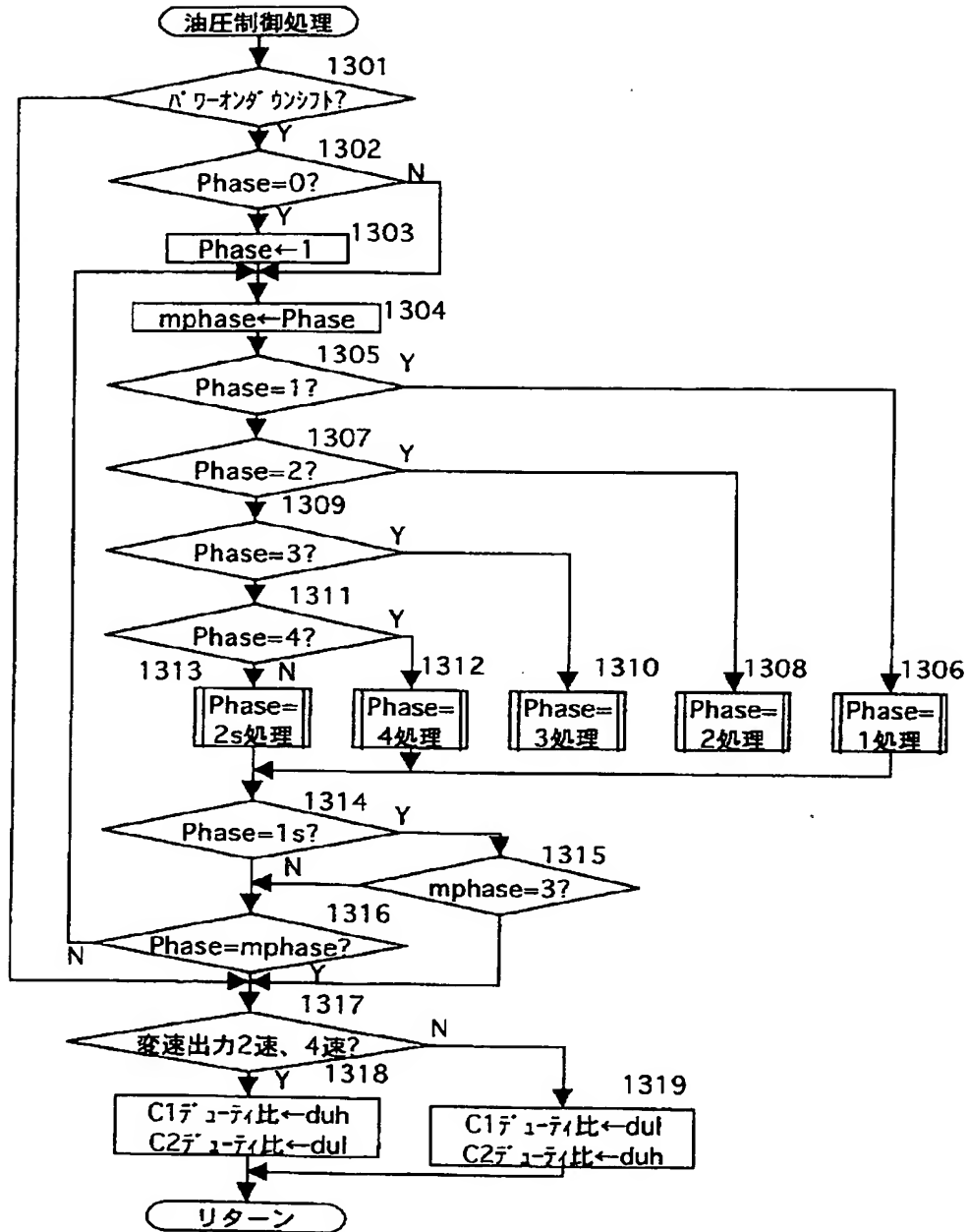
【図25】



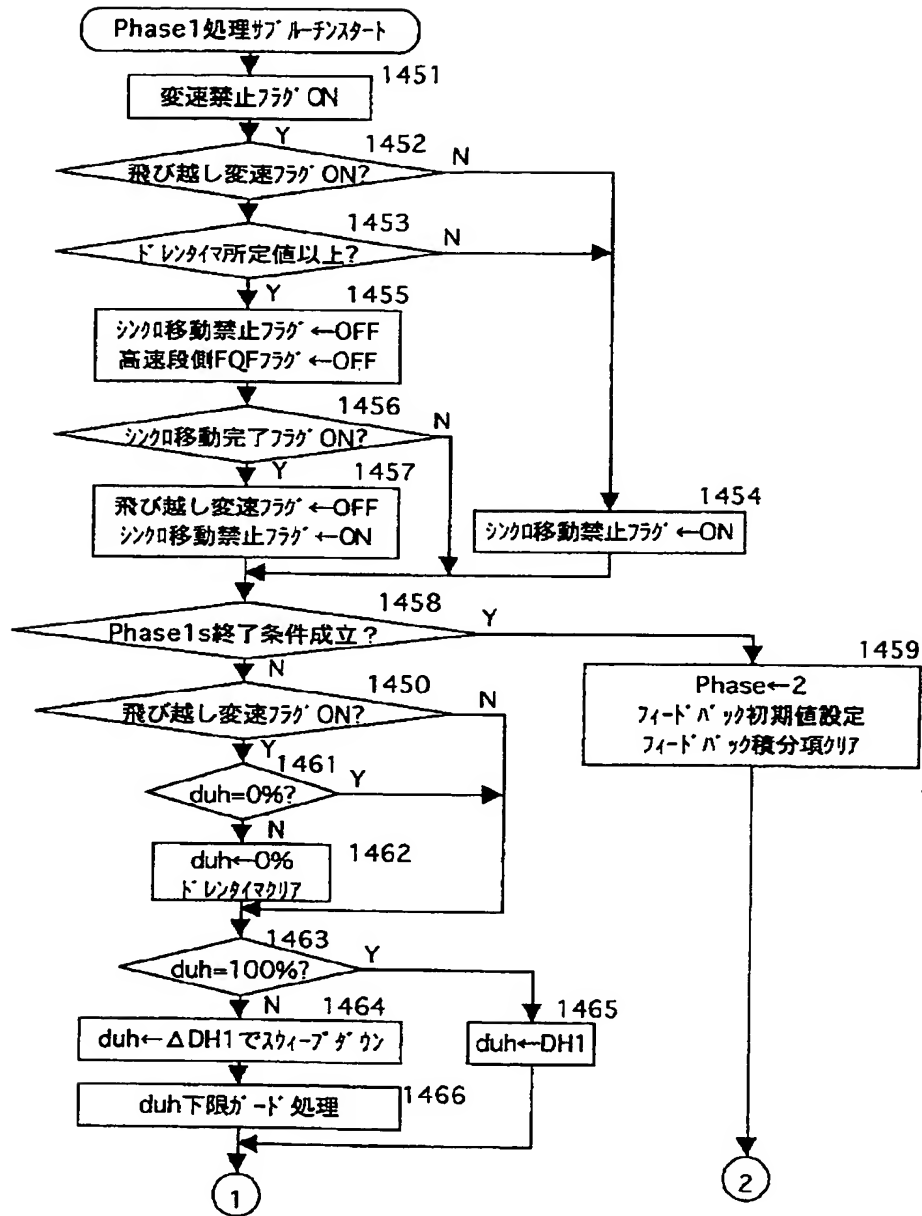
【図26】



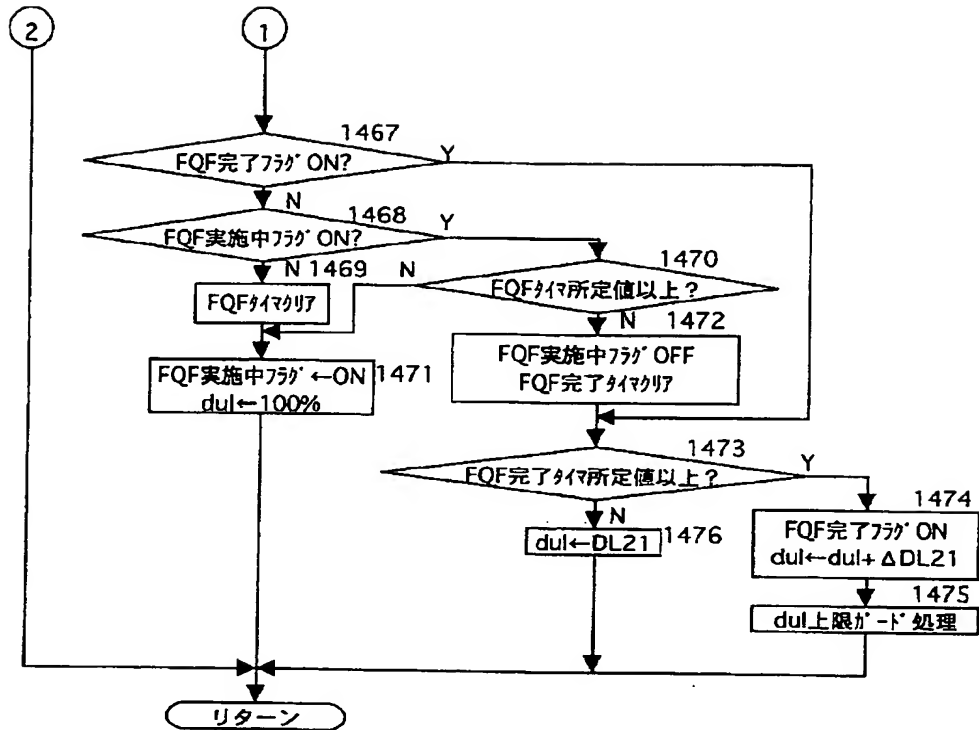
【図27】



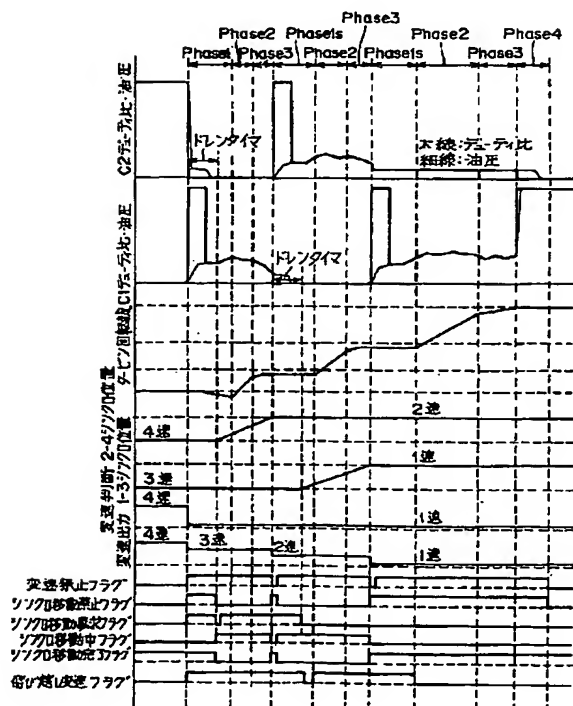
【図28】



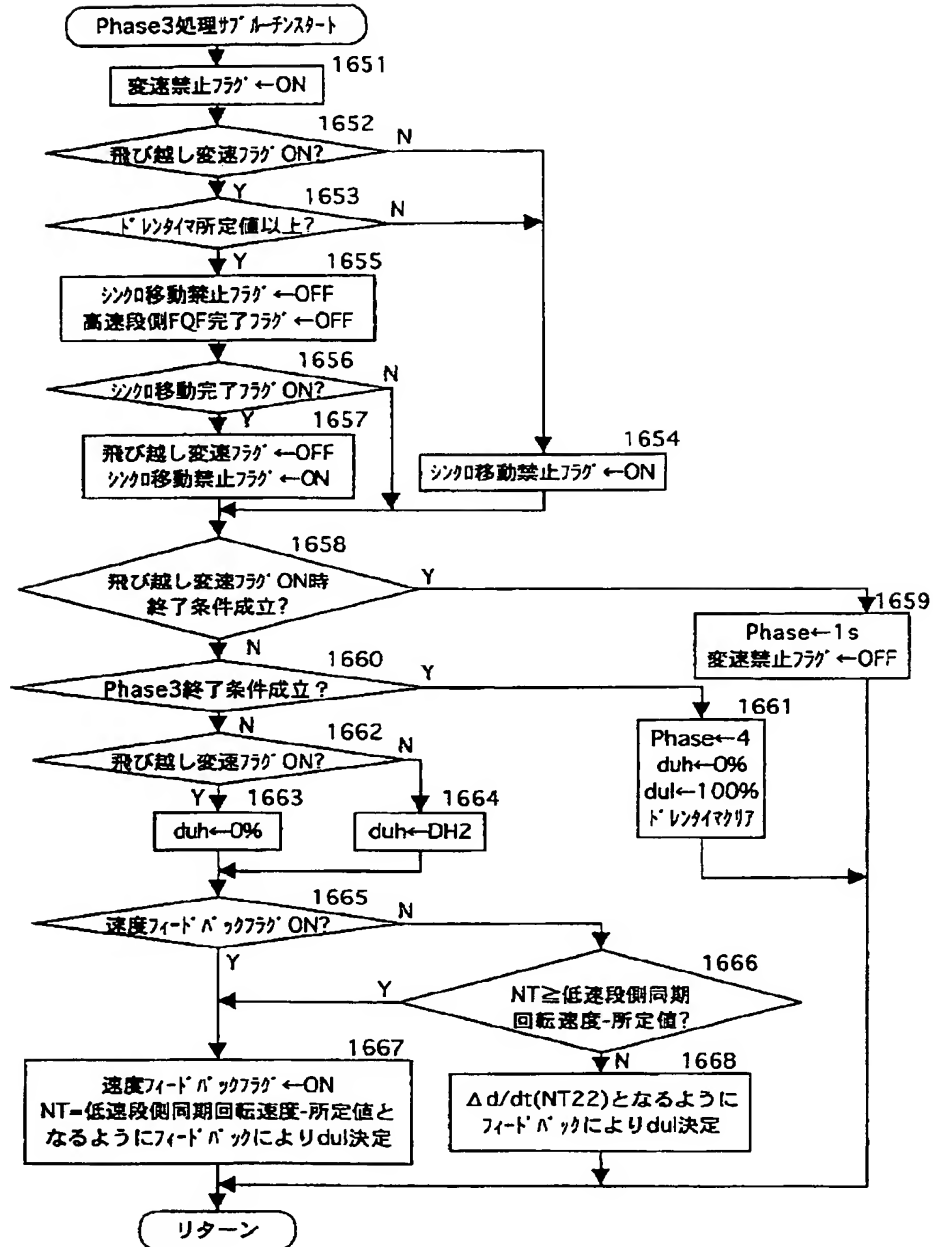
【図29】



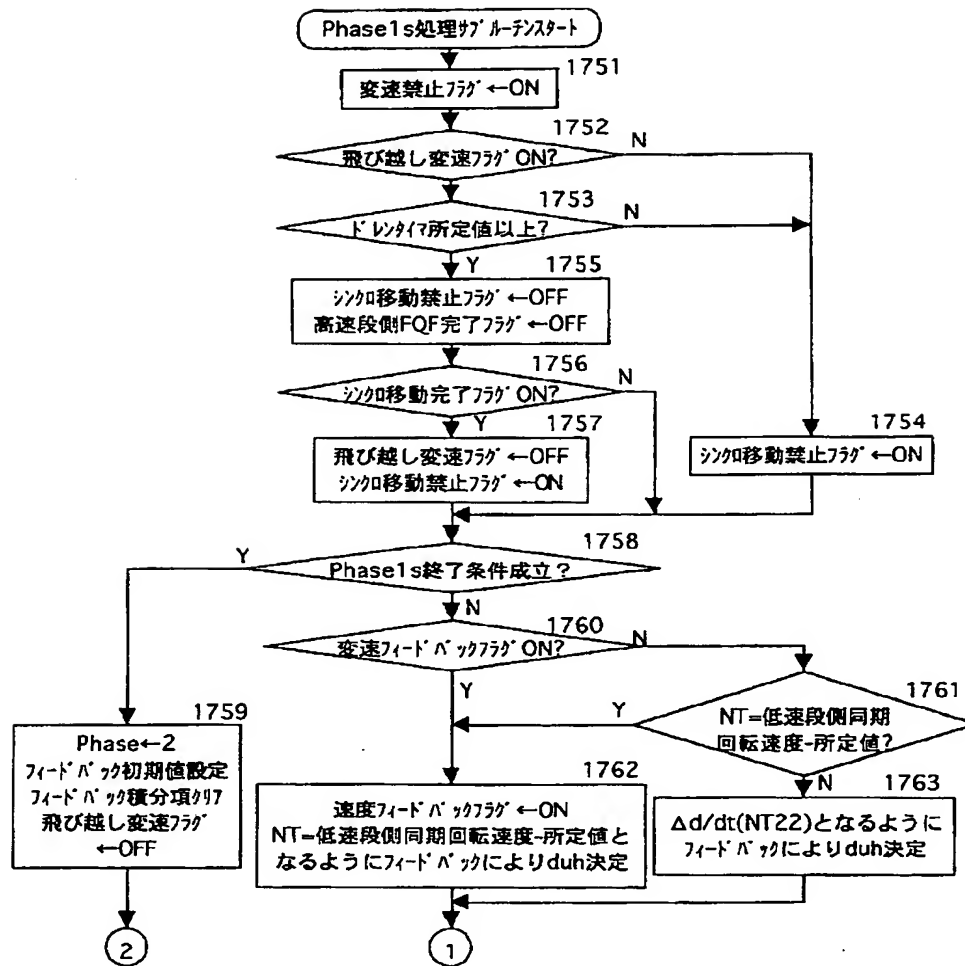
【図35】



【図31】



【図32】



【図33】

